



La investigación un proceso de alianzas para el desarrollo regional



Vicerrectoría de Investigaciones,
Innovación y Extensión

LA INVESTIGACIÓN UN PROCESO DE ALIANZAS PARA EL DESARROLLO REGIONAL



Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión
Universidad Tecnológica de Pereira
2020

Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión
La investigación un proceso de alianzas para el desarrollo regional / Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión. – Pereira : Editorial Universidad Tecnológica de Pereira, 2020.
434 páginas.

ISBN: 978-958-722-411-5

1. Caracol gigante africano 2. Radiación ionizante 3. Flujo vehicular 4. Crónicas periodísticas 5. Ingeniería y tecnología 6. Sociología organizacional – Pereira (Risaralda) 7. Consumo de bebidas alcohólicas 8. Thysanoptera (Insecto)

CDD. 001.4

La investigación un proceso de alianzas para el desarrollo regional

©Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión

©Universidad Tecnológica de Pereira

Primera edición

Trabajo de Investigación

ISBN: 978-958-722-411-5

Universidad Tecnológica de Pereira

Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión

Editorial Universidad Tecnológica de Pereira

Pereira, Colombia

Coordinador editorial:

Luis Miguel Vargas Valencia

luismvargas@utp.edu.co

Teléfono 313 7381

Edificio 9, Biblioteca Central “Jorge Roa Martínez”

Cra. 27 No. 10-02 Los Álamos, Pereira, Colombia

www.utp.edu.co

Montaje y producción:

María Alejandra Henao Jiménez

Universidad Tecnológica de Pereira

Pereira

Reservados todos los derechos

CONTENIDO

PRÓLOGO	6
CAPÍTULO 1	8
Distribución de Caracol Gigante Africano (<i>Achatina</i> (<i>Lissachatina</i>) <i>fulica</i>) en el Departamento de Risaralda / Distribution of African Giant Snail (<i>Achatina</i> (<i>Lissachatina</i>) <i>fulica</i>) in the Department of Risaralda	9
CAPÍTULO 2	24
Sistema de monitoreo de radiación ionizante a partir de tecnología código abierto. / Ionizing radiation monitoring system from open source technology	25
CAPÍTULO 3	40
Apuntes teóricos para realizar una crónica-perfil sobre Néstor Cardona Arcila -CAN-, director del periódico de humor de Pereira 'El Fuede'	41
CAPÍTULO 4	65
Observación de discursos contingentes de empresarios de pereira. una mirada desde la complejidad organizacional luhmanniana. / Observation of contingent speeches of entrepreneurs of pereira. a look from the luhmannian organizational complexity	66
CAPÍTULO 5	86
Diagnóstico de movilidad y mapa de riesgo en la avenida del ferrocarril de la ciudad de pereira en su sentido pereira – dosquebradas, entre el tramo de las calles 16 y 11 / Mobility diagnosis and risk map in the avenue of the city of pereira railway in its pereira sense - dosquebradas, between the section of streets 16 and 11	87
CAPÍTULO 6	103
Caracterización físico-mecánica de los agregados pétreos (material de arrastre y canteras) del municipio de Dosquebradas, Risaralda, Colombia / Physical-mechanical characterization of stone aggregates (drag and quarry material) of the municipality of Dosquebradas, Risaralda, Colombia.....	104
CAPÍTULO 7	121
El consumidor de bebidas alcohólicas: Caso de estudio población de estrato 2 del Área Metropolitana Centro Occidente / The consumer of alcoholic beverages: Case study population of stratum 2 of the Área Metropolitana Centro Occidente AMCO	122
CAPÍTULO 8	138
Distribución espacial en lote de trips (<i>Thysanoptera</i> : <i>Thripidae</i>) y su relación con variables climáticas en el cultivo de <i>Rubus glaucus</i> Benth c.v. sin espinas en Risaralda / Spatial distribution in batch of thrips (<i>Thysanoptera</i> : <i>Thripidae</i>) and its relationship with climatic variables in the crop of <i>Rubus glaucus</i> Benth c.v. no thorn in Risaralda.....	139
CAPÍTULO 9	150
Desarrollo y aplicación de la metodología bagging y adaboost para la detección de pérdidas no técnicas en el sistema de distribución de la empresa de energía de pereira s.a. esp / Development and application of the bagging and adaboost methodology for the detection of non-technical losses in the distribution system of empresa de energía de pereira s.a. esp.....	151

CAPÍTULO 10	167
Diseño e implementación de sistemas de medición magnética y magnetoeléctrica: detector mössbauer y coeficiente magnetoeléctrico. / Design and implementation of magnetic and magnetolectrical measurement systems: mössbauer detector and magnto- electrical coefficient	
	168
CAPÍTULO 11	188
Herramienta de análisis y resolución a los tipos de pregunta de las pruebas integrales. / Analysis and resolution tool for question types of comprehensive tests	
	189
CAPÍTULO 12	207
Proteínas del plasma seminal de toros criollos Hartón del valle y cebú Gyr, y su relación con la calidad seminal.....	
	208
CAPÍTULO 13	234
Valoración del consumo máximo de oxígeno (VO2 Máx.) aplicando el test de Course Navette a los jugadores del equipo profesional de Fútbol de salón. / Assessment of the maximum oxygen consumption (VO2 Max) applying the Course Navette test to the professional indoor football team players.....	
	235
CAPÍTULO 14	250
Caracterización Epidemiológica del Cáncer Infantil Pereira- Colombia. 2011-2015 20	
	251
CAPÍTULO 15	273
Desempeño académico, habilidades de la percepción visual y agudeza visual en niños de 6 a 10 años de edad en una institución educativa, estrato 1 y 2, en la ciudad Pereira primer semestre del año 2018./ Academic performance, visual perception skills and visual acuity in children between 6 and 10 years old in an educational institution, strata 1 and 2, in Pereira on the first semester 2018	
	274
CAPÍTULO 16	290
Evaluación de diferentes metodologías para la transformación genética del semen de la especie brycon henni con el gen de la proteína verde fluorescente gfp. / Evaluation of different methodologies for the genetic transformation of the semen of the specie brycon henni with the fluorescent green protein gfp gene.....	
	291
CAPÍTULO 17	309
Mamíferos silvestres del área metropolitana Pereira-Dosquebradas / Wild Mammals in the metropolitan áreas in Pereira-Dosquebradas.....	
	310
CAPÍTULO 18	333
Paternidad adolescente: desde la decisión hasta la crianza. Trayectoria de las emociones.....	
	334
CAPÍTULO 19	352
Propuesta de creación del observatorio de seguridad vial en pereira. / Proposal for the creation of the road safety observatory in pereira.....	
	353
CAPÍTULO 20	375
Evaluación de las propiedades del concreto reciclado como agregado pétreo, procedentecde demoliciones. / Evaluation of the properties of the concrete recycled from demolitions.....	
	376

CAPÍTULO 21	391
Aplicaciones de la tecnología gis (geographic information system), en la estabilidad de taludes. / Applications of the gis technology (geographic information system), in the stability of slopes..... 392	
CAPÍTULO 22	411
Impacto de las muertes por violencia en la esperanza de vida en Colombia. / Impact of violence deaths on life expectancy in Colombia..... 412	
CAPÍTULO 23	433
Densidad poblacional de trips (Insecta: Thysanoptera) asociada a flores de <i>Rubus glaucus</i> Benth. cv. sin espinas en Risaralda (Colombia), y su relación con variables de calidad en fruto / Population density of thrips (Insecta: Thysanoptera) associated with <i>Rubus glaucus</i> Benth flowers. cv. thornless in Risaralda (Colombia), and its relationship with fruit quality variables 434	

PRÓLOGO

El presente libro lleva como título “La investigación un proceso de alianzas para el desarrollo regional”, el cual se ha llevado a cabo como resultado del IV encuentro de investigadores del departamento de Risaralda realizado en noviembre 2019, en el cual se presentaron las últimas investigaciones realizadas en las diferentes instituciones del departamento que hacen parte de la Mesa de Investigaciones del departamento; resultados de investigaciones de gran interés en diferentes campos del conocimiento como son las Ciencias Agrícolas, Ciencias de la salud, Ciencias sociales y Ciencias de la tecnología y la información.

Me gustaría por lo tanto dar los agradecimientos a cada uno de los autores de los diferentes capítulos que aquí se presentan, que con su interés y compromiso con el desarrollo científico y tecnológico han aportado a resolución de problemas que conllevan a un mejor conocimiento de nuestra realidad y al mejoramiento de la calidad de vida de nuestra sociedad.

En forma similar, dar las gracias a todas las instituciones que hicieron parte del libro y que permitieron el desarrollo del mismo como son: la UTP, UCP, UNAD, UNIREMINGTON; UNISARC,

Autónoma de las Américas, Universidad Libre, ESAP, Fundación Universitaria Comfamiliar, UNIMINUTO y la Empresa de Energía de Pereira ya que sin su compromiso y responsabilidad no habría sido posible.

Lo anterior evidencia como el trabajo en red que se aborda desde la Mesa de investigaciones, permite el avance y desarrollo de las regiones y es por ello que desde nuestro compromiso con la apropiación social del conocimiento damos a conocer esta obra que espero sea de su interés

ALBA NYDIA RESPTREPO JIMÉNEZ
Coordinadora Mesa de Investigaciones Risaralda
Directora de Investigaciones Unisarc

4 TO ENCUENTRO DE INVESTIGADORES DE RISARALDA

RED UNIVERSITARIA DE RISARALDA

FECHA: 07 DE NOVIEMBRE
HORA: 8:00 A.M A 6:00 P.M
LUGAR: UNISARC

ORGANIZAN:

AREANDINA, ILUMNO, CIAP, UNAS, UNISARC, UTP, SENNOVA, Risaralda

“CONSTRUYENDO ALIANZAS PARA EL DESARROLLO”

CONTACTO: INVESTIGACIONESRISARALDA@GMAIL.COM

1

CAPÍTULO
UNO

Distribución de Caracol Gigante Africano (Achatina (Lissachatina) fulica) en el Departamento de Risaralda.

Distribution of African Giant Snail (Achatina (Lissachatina) fulica) in the Department of Risaralda.

John Harold Castaño
Grupo de investigación en Biología
de la Conservación y Biotecnología Unisarc
Corporación universitaria Santa Rosa de Cabal-
UNISARC, John.castano@unisarc.edu.co

Angélica Hernández
Corporación universitaria Santa Rosa de Cabal-
UNISARC, lmp-ahg94@live.com

Andrés Felipe quintero
Corporación Autónoma Regional de Risaralda-
CARDER, apoyo.fauna@carder.gov.co

RESUMEN

El caracol gigante africano (*Achatina (Lissachatina) fulica* Bowdich, 1822) es considerada una de las 100 especies invasoras más perjudiciales del planeta. Se le considera una amenaza para la agricultura, los ecosistemas nativos, la fauna silvestre, además actúa como vector de enfermedades humanas. En Colombia la distribución del caracol ha venido en aumento y en 10 años ha logrado ocupar todos los departamentos de Colombia, si a esta situación de ampliación de distribución de la especie invasora en el país se le suma que la presencia del nemátodo *A. cantonensis* causante de la meningitis eosinofílica ha sido detectado recientemente en caracoles africanos en el departamento del Valle del Cauca. Se deben encender alarmas pues la enfermedad puede ser mortal. El presente trabajo tuvo como objetivo realizar un diagnóstico de distribución del caracol africano en Risaralda y evaluar los factores que afectan su presencia en el departamento. Se realizaron Visitas a siete municipios donde se tenía denuncias de la presencia del caracol africano. Se evaluaron variables ambientales y antrópicas, se estimó la densidad poblacional del caracol. Se realizaron modelos lineales generalizados para determinar qué variables ambientales y antrópicas influyeron sobre la densidad de caracol africano en Risaralda. Todos los sitios visitados contaron con la presencia de caracol africano, pero se evidenciaron diferencias en sus tamaños poblacionales. Se encontró que las variables que influyen significativamente sobre la densidad de caracoles son las vías de acceso y la presencia de desechos orgánicos e inorgánicos. Este es un estudio es una primera estimación al tamaño poblacional de caracol africano en Risaralda, los tres factores que determinan significativamente la presencia de caracol africano en Risaralda están directamente relacionados con factores antrópicos (desechos orgánicos, desechos inorgánicos y vías de acceso), mientras que factores ambientales (altura, temperatura, humedad) no mostraron efecto significativo sobre los tamaños poblacionales de éstos. Estos hallazgos podrían dar luces para orientar estrategias de control más efectivas donde se

haga énfasis en informar a la comunidad de manera que se logre romper la dispersión del caracol a través de las vías de acceso y un control efectivo de los desechos orgánicos e inorgánicos. Se recomienda realizar un monitoreo de algunas de las localidades para evaluar la efectividad de las estrategias de control.

Palabras Claves: *Angiostrongylus cantonensis*, Especies invasoras, Invasiones biológicas,

ABSTRACT

The African giant snail (*Achatina (Lissachatina) fulica* Bowdich, 1822) is considered one of the 100 most damaging invasive species on the planet. It is considered a threat to agriculture, native ecosystems, wildlife, and also acts as a vector of human diseases. In Colombia the distribution of the snail has been increasing in the last 10 years it has managed to occupy all the departments of Colombia if this situation of expansion of the invasive species in the country is added that the presence of the causative nematode *A. cantonensis* Eosinophilic meningitis has recently been detected in African snails in the department of Valle del Cauca. Alarms should be turned on because the disease can be fatal. The present work aimed to make a diagnosis of the distribution of the African snail in Risaralda and evaluate the factors that affect its presence in the department. Visits were made to seven municipalities where there were complaints of the presence of the African snail. Environmental and anthropic variables were evaluated, the population density of the snail was estimated Generalized linear models were made to determine which environmental and anthropic variables influenced the density of African snail in Risaralda. All the sites visited had the presence of an African snail, but differences in their population sizes were evident. It was found that the variables that significantly influence the density of snails are the access roads and the presence of organic and inorganic wastes. This is a study is a first estimate of the population size of African snail in Risaralda, the three factors that significantly

determine the presence of African snail in Risaralda are directly related to anthropic factors (organic waste, inorganic waste, and access roads), while Environmental factors (height, temperature, humidity) showed no significant effect on their population sizes. These findings could shed light to guide more effective control strategies where the emphasis is placed on informing the community so that the dispersion of the snail is achieved through access roads and effective control of organic and inorganic wastes. It is recommended to monitor some of the locations to evaluate the effectiveness of control strategies.

Keywords: *Angiostrongylus cantonensis*, Invasive species, Biological invasions.

INTRODUCCIÓN

El caracol gigante africano (*Achatina (Lissachatina) fulica* Bowdich, 1822) en los últimos 200 años ha ampliado su área de distribución desde Kenya y Tanzania en África a través de las zonas tropicales de todo el mundo (Thiengo et al., 2007). Es considerada una de las 100 especies invasoras más perjudiciales del planeta debido a una combinación de factores relacionados con su historia natural, como una alta tasa reproductiva, capacidad fisiológica para resistir cambios climáticos, amplio rango de uso de recursos alimenticios incluyendo consumo de material vegetal, desechos orgánicos e inorgánicos (Bhattacharyya et al., 2015). Además de procesos de introducción mediados por actividades humanas, ya que ha sido utilizado como fuente alternativa de comida, para fines cosméticos o como mascota (Thiengo et al., 2007).

Se le considera una amenaza para la agricultura, los ecosistemas nativos, la fauna silvestre, además actúa como vector de enfermedades humanas (IUCN, 2012) convirtiéndose en un

problema de índole médico-sanitaria, debido a que puede actuar como hospedador intermediario de nemátodos del género *Angiostrongylus* (Giraldo et al., 2019) que parasita comúnmente los pulmones de las ratas y otros animales, pudiendo afectar al hombre causando enfermedades como afecciones intestinales, meningitis y meningoencefalitis, ésta última dolencia potencialmente mortal (Martínez-Escarbassiere et al., 2008).

Aunque en otros países se han empleado molusquisidas químicos y control biológico, con resultados poco alentadores, en Colombia se ha implementado como medida de control del Caracol africano la recolección manual y su posterior deshidratación con sal y cal lo cual ocasiona menores impactos sobre el medio ambiente y otros seres vivos (Garcés-Restrepo et al., 2016). Sin embargo, no parece estar funcionando pues su distribución en el país ha aumentado.

La situación en Colombia es preocupante, pues la distribución del caracol ha venido en aumento; fue declarada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial como especie exótica invasora en el año 2008 (MAVDT 2008). El primer reporte de invasión en el país corresponde al departamento del Amazona, en agosto de 2010 por parte de ejemplares provenientes de Brasil (Garcés-Restrepo et al., 2016). En el 2011 el mismo ministerio dicta las medidas que deben seguir las autoridades ambientales, para la prevención, control y manejo de la especie (MAVDT, 2011) sin embargo, al año 2013 se había reportado su presencia en 21 de los 32 departamentos Colombia (De la Ossa-Lacayo et al., 2013). Al 2016 ya estaba en 29 departamentos (Instituto Nacional de Salud, 2016). Actualmente todos los departamentos de Colombia reportan invasiones de esta especie (El Heraldo, 2019; Radio, 2017).

Si a esta situación de ampliación de distribución de la especie invasora en el país se le suma que la presencia del nemátodo *A. cantonensis* causante de la meningitis eosinofílica ha sido detectado recientemente en caracoles africanos en el departamento del valle

del cauca (Giraldo et al., 2019) Se deben encender alarmas pues la enfermedad puede ser mortal y ya ha sido diagnosticada en países vecinos de Ecuador y Brasil (Espírito-Santo et al., 2013; Fernando et al., 2014) Así como su presencia en Ratas (*Rattus spp.*) aumentando el potencial zoonótico de esta infección parasitaria (Solórzano-Alava et al., 2019), lo cual debe encender las alarmas.

El presente trabajo tuvo como objetivo realizar un diagnóstico de distribución del caracol africano en Risaralda y evaluar los factores que afectan su presencia en el departamento.

METODOLOGIA

Se realizaron Visitas a siete municipios del Departamento donde se tenía denuncias de la presencia del caracol africano. En cada sitio donde se verificó a presencia del caracol se georreferenció y se evaluaron variables ambientales y antrópicas que puedan determinar la presencia del caracol en dichos sectores como:

Variables ambientales

- Altitud: medida en metros sobre el nivel del mar.
- Temperatura: medida en grados centígrados
- Humedad relativa: medida en porcentaje

Variables antrópicas

- Presencia de desechos orgánicos: medida en escala de 1-5 (1 – sin desechos, 2- algunos, 3- moderados, 4-abundantes 5-en exceso).
- Presencia de desechos inorgánicos: medida en escala de 1-5 (1 – sin desechos, 2- algunos, 3- moderados, 4-abundantes 5-en exceso).
- Porcentaje de cobertura de vegetación nativa
- Vías acceso: medida en escala de 1-3 (1 – Acceso solo caminando, 2- Acceso solo en vehículo de doble tracción, 3- Acceso todo tipo de vehículo).
- Medidas de control: medida en escala de 1-5 (1 – sin

control, 2- ocasionalmente 3- moderado, 4-frecuente 5-Control reciente).

En cada localidad se estimó la densidad poblacional del caracol africano para lo cual se hizo un conteo de los individuos observados a lo largo de 100 m de recorrido y se estandarizaron los valores a una escala de medida de 1-5 (1 – un caracol, 2-entre 2 y 10 caracoles, 3- entre 11 y 30, 4- entre 31 y 100 caracoles, 5-más de 100 caracoles). Dado que la presencia del caracol se ve afectada por las condiciones climáticas, se entrevistó al funcionario de la CARDER que conoce de primera mano la problemática en el departamento con el fin de calificar de 1 a 5 la densidad de caracoles en cada localidad. Estas dos medidas fueron promediadas para obtener una medida estandarizada de la densidad de caracoles en cada localidad.

Se realizaron modelos lineales generalizados (MLG) en el programa R 3.2.4 (R Core Team 2016), para determinar qué variables ambientales y antrópicas influyeron sobre la densidad de caracol africano en Risaralda. Se realizó un análisis post hoc χ^2 para los coeficientes estandarizados y se usó la distribución Poisson de error para variables de respuesta discontinuas. La estrategia de análisis fue la de optimización de modelos, donde se inicia con un modelo con todas las variables explicativas y posteriormente se van eliminando aquellas que no sean significativas, finalmente se seleccionan aquellos modelos con la menor desviación residual y los menores valores del Criterio de Información Akaike (AIC; Crawley 2007).

Tabla 1. Localidades con presencia confirmada de *Achatina fulica* en el Departamento de Risaralda.

SALIDA	Municipios Visitados	Localidad (Sitio)	Fecha
N° 1	Balboa	Escuela cocohondo, Finca Urelia, Bocatoma colmeneres, El diamante, Escuela la mancha.	09-October-2018
	La Virginia	Balcillas la Virginia, El Cinco.	
N° 2	Mistrató	Parqueadero, Escalas.	08-Noviembre- 2018
	La Virginia	El Finco y la playa.	
	Pereira	Barrio Caldar- Gibraltar.	
	Belén de Umbría	Finca la Playita	
N° 3	Pereira	Puerto Caldas (Barrio los almendros y el progreso), Canchas Gamma, El diamante y La estación Pereira.	29-Noviembre- 2018
N° 4	Dosquebradas	Barrio Blanco Cementerio	13-Diciembre-2018
	Pereira	Barrio Las Vegas Barrio Plumón medio	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los sitios visitados en efecto contaron con la presencia de caracol africano, pero se evidenciaron diferencias en sus tamaños poblacionales.

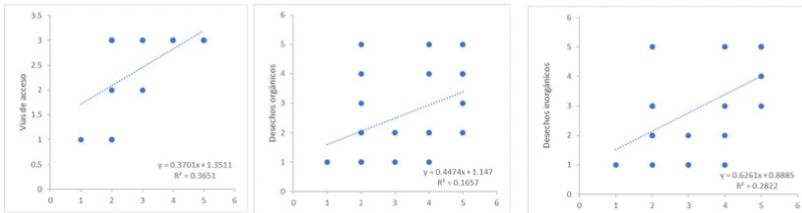
Se generaron 10 modelos para las variables antrópicas y ambientales que influyen en la densidad de caracol africano en Risaralda; de los cuales se consideraron 3 que presentaron los menores valores AIC y fueron significativos ($\Pr(>|z|) > 0.05$; Tabla 2).

Tabla 2. Significancia de las variables antrópicas y ambientales sobre la densidad de *Achatina fulica* en Risaralda.

Variable	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	AIC
Altura	-0.0001856	0.0006024	-0.308	0.76	81
Temperatura	0.03079	0.03596	0.856	0.39	81
Humedad	0.02316	0.01774	1.305	0.19	81
Cercanía a Casas	-0.0032142	0.0041767	-0.77	0.44	82
Desechos orgánicos	0.1535	0.0799	1.921	0.05*	81
Desechos Inorgánicos	0.14399	0.07424	1.94	0.05*	81
Cobertura	0.080501	0.1031718	0.78	0.43	83
Vías de acceso	0.4008	0.2	2.004	0.04*	77
Control	-0.01	0.2115	0	1	83

Se encontró que las variables que influyen significativamente sobre la densidad de caracoles son las vías de acceso y la presencia de desechos orgánicos e inorgánicos (Figura 1).

Figura 1. Variables antrópicas que tuvieron efecto significativo sobre la densidad de Caracoles en Risaralda.



La variable que más influyó sobre la densidad de caracol africano en Risaralda fueron las vías de acceso, esto puede indicar que el principal agente dispersor del Caracol africano en Risaralda es el ser humano. Su capacidad de dispersión se ve favorecida por la presencia de vías de comunicación. Es notable que en las veredas rurales el caracol este asociado a las escuelas, ya que estas son los centros de reunión de las veredas. Así mismo varias localidades urbanas han evidenciado que el caracol llegó directamente en vehículos que transportaban arena como es el caso de la localidad Gamma. Este factor abre una luz, para su control enfocándose directamente en evitar la dispersión del caracol.

De manera general los sitios donde la especie se encontró en abundancia fueron aquellos donde se hace una mala o regular disposición de los residuos orgánicos y escombros, generalmente en lotes baldíos se registra una mayor proliferación de caracoles africanos debido a que en estos lugares no se hace control de malezas, se acumulan grandes cantidades de basura, generando que estos moluscos prefieran estos sitios para depositar sus huevos, este patrón fue encontrado en las localidades La playa (La Virginia), Barrio Caldar-Gibraltar, Barrio Los Almendros y El progreso (Pereira) (Figura 2).

Figura 2. *Achatina fulica* asociada a mala disposición de residuos orgánicos e inorgánicos.



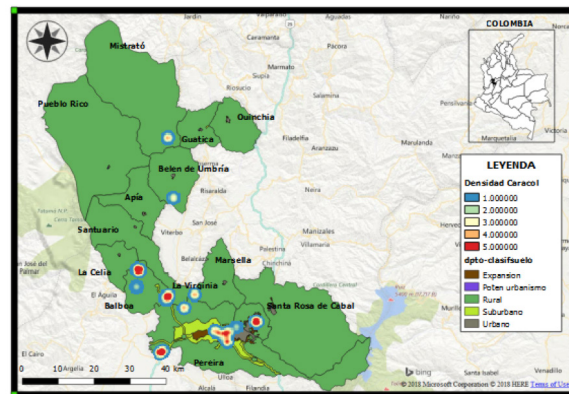
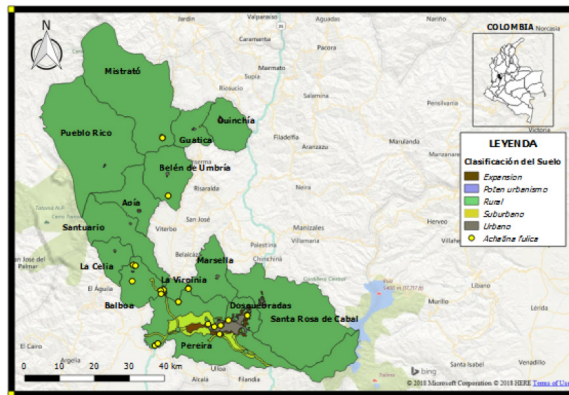
A esta mala disposición de los residuos orgánicos y escombros se suma la no recolección de las heces fecales de animales domésticos, los cuales constituyen una fuente importante y preferida de alimento por parte del caracol.

Es interesante notar que las medidas de control realizadas (Recolección manual) no han tenido efecto significativo sobre la densidad de caracol en Risaralda (Tabla 2). Sin embargo, la pendiente es negativa (-0.01) lo que indica que probablemente si se incrementan significativamente las medidas de control, habría menor densidad de caracoles, o dado que las medidas de control han sido insuficientes o podrían buscar estrategias alternativas al control convencional.

Una de las localidades con más baja estimación de densidad poblacional (2) fue La estación Pereira en donde en un recorrido de 1 km se registró la presencia de solo 6 caracoles africanos vivos. Al indagar con la comunidad se pudo notar que están muy bien informados sobre la correcta medida de control y disposición final de los individuos. De igual manera se registró una muy buena asepsia en la localidad. Vale la pena resaltar que el no encontrar una alta población de caracoles en esta localidad puede deberse igualmente a las altas temperaturas registradas, *Achatina fulica* es una especie con preferencia a los sitios húmedos y

sombríos (Thomé et al., 2001). En lugares con condiciones de altas temperaturas y fuertes sequias, cuando la humedad del suelo en los primeros centímetros de perfil es baja, se entierran profundamente (periodo de estivación), hasta que las condiciones de humedad le sean favorables (Liboria et al., 2009). Por lo que no se puede descartar que la población en esta zona vuelva a aumentar.

Se conocen pocos depredadores naturales del caracol, En Colombia se ha reportado al Halcon caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), en este estudio observamos adicionalmente al halcón caracolero selvático *Condrohyerax uncinatus* y a la zarigüeya común (*Didelphys marsupialis*) consumiendo caracoles.



Este es un estudio es una primera estimación al tamaño poblacional de caracol africano en Risaralda, se ha evidenciado que los tres factores que determinan significativamente la presencia de caracol africano en Risaralda están directamente relacionados con factores antrópicos (desechos orgánicos, desechos inorgánicos y vías de acceso), mientras que factores ambientales (altura, temperatura, humedad) no mostraron efecto significativo sobre los tamaños poblacionales de éstos.

Estos hallazgos podrían dar luces para orientar estrategias de control más efectivas donde se haga énfasis en informar a la comunidad de manera que se logre romper la dispersión del caracol a través de las vías de acceso y un control efectivo de los desechos orgánicos e inorgánicos. Se recomienda realizar un monitoreo de algunas de las localidades para evaluar la efectividad de las estrategias de control.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Corporación Autónoma regional de Risaralda CARDER como parte de un convenio de asociación con la Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal – UNISARC.

BIBLIOGRAFÍA.

Bhattacharyya, B., Mrinmoydas, D., Nath, Y., Bhagawati, S., 2015. Bioecology and management of giant African snail, *Achatina fulica* (Bowdich). *Int. J. Plant Prot.* 7 476–681.

De la Ossa-Lacayo, A., De la Ossa, J., Lasso, C., 2013. Registro del caracol africano gigante *Achatina fulica* (Bowdich 1822) (Mollusca: Gastropoda-Achatinidae) en Sincelejo, costa Caribe de Colombia. *Biota Colomb. Supl. Espec. - Artículos Datos - 2013* 14, 21–66. doi:10.1016/j.joca.2010.09.014

El Herald, 2019. Cardique confirma presencia de Caracol Gigante Africano y emite alerta preventiva.

Espírito-Santo, M.C.C. Do, Pinto, P.L.S., Mota, D.J.G. Da, Gryscek, R.C.B., 2013. The first case of *Angiostrongylus cantonensis* eosinophilic meningitis diagnosed in the city of São Paulo , Brazil. Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo 55, 129–32. doi:10.1590/S0036-46652013000200012.

Fernando, L., Álava, S., Robles, I.L.M., Hilda, I.D., Álvarez, H., Jorge, I.I., Pérez, S., Dra, I.I., Muzzio, J., 2014. *Angiostrongylus cantonensis* : un parásito emergente en Ecuador *Angiostrongylus cantonensis* : an emerging parasite in Ecuador. Rev. Cubana Med. Trop. 66, 20–33.

Garcés-Restrepo, M., Patiño-Montoya, A., Gómez-Díaz, M., Giraldo, A., Bolívar-García, W., 2016. Sustancias alternativas para el control del caracol africano (*Achatina fulica*) en el Valle del Cauca, Colombia. Biota Colomb. 17, 44–52. doi:10.21068/c001

Giraldo, A., Garzón, C., Castillo, A., Córdoba-rojas, D.F., 2019. Confirmation of the presence of *Angiostrongylus cantonensis* in lung tissue of the African giant snail (*Lissachatina fulica*) in Colombia. Rev. Infect. 23, 129–132.

Instituto Nacional de Salud, E., 2016. Concepto científico sobre consumo de Caracol Gigante Africano y su implicación en la salud. Bogotá, D.C., Colombia.

IUCN, 2012. Impact of nature's invading aliens measured for first time.

Liboria, M., Morales, G., Sierra, C., & Silva, I., 2009. El caracol gigante africano. Inia Hoy.

Martínez-Escarbassiere, R., Martínez, E., Castillo, O., 2008.

Distribución geográfica de *Achatina* (*Lissachatina*) *fulica* (Bowdich, 1882) (Gastropoda-Stylommatophora- Achatinidae) en Venezuela. 547–551.

MAVDT, 2011. Resolución Número (654) 7 de abril de 2011 “Por la cual se corrige la Resolución No. 0848 del 23 de mayo de 2008 y se adoptan las medidas que deben seguir las autoridades ambientales, para la prevención, control y manejo de la especie Caracol Gigante Afri.

Radio, C., 2017. Consiguen especies del Caracol Gigante Africano en Quibdó. Caracol Radio,.

Solórzano-Alava, L., Sánchez-Amador, F., Valverde, T., 2019. *Angiostrongylus* (*Parastrongylus*) *cantonensis* en huéspedes intermediarios y definitivos en Ecuador, 2014-2017. *Biomédica* 39, 370–384.

Thiengo, S.C., Faraco, F.A., Salgado, N.C., Cowie, R.H., Fernandez, M.A., 2007. Rapid spread of an invasive snail in South America : the giant African snail , *Achatina fulica* , in Brasil. *Biol. Invasions Invasions* 9, 693–702. doi:10.1007/s10530-006-9069-6

Thome, J., Sinara, S., Jeske, V., 2001. New record for Itabuna, Bahia, Brazil of *Veronicellidae* (Gastropoda, Mollusca) and its occurrence in the stomach contents of snakes *Dipsas Laurenti* (*Colubridae*).\rNovos registros de *Veronicellidae* (Gastropoda, Mollusca) para Itabuna, Bahia, Brasil e sua o. *Rev. Bras. Zool.* 18, 301–303. doi:10.1590/S0101-81752001000100034

2

CAPÍTULO
DOS

Sistema de monitoreo de radiación ionizante a partir de tecnología código abierto.

Ionizing radiation monitoring system from open source technology

Jorge Luis Quintero López - jquintero108@areandina.edu.co
Andrés Arismendi Ramírez - aarismendi2@areandina.edu.co
Ángela Liceth Pérez Rendón - aperez56@areandina.edu.co
Jimmy Enrique Perea Moreno - jperea2@areandina.edu.co
Fundación Universitaria del área andina.

RESUMEN

El monitoreo constante de la radiación ionizante, se convierte en insumo de vital importancia para vigilar el bienestar de los trabajadores ocupacionalmente expuestos (TOE). Con la investigación se diseña y construye un instrumento robusto para medir la radiación ionizante usando sensores y tecnología Open Source, dichos sistemas combinados permiten crear diferentes

aplicaciones, siendo los Arduinos una plataforma de creación electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de usar. Este sistema en particular integra los sensores LND712 y DHT22 con los cuales captan las señales de radiación - temperatura y humedad respectivamente, posterior a esto por medio del programa cargado en la tarjeta Mega2560 la cual posee un procesador Atmel se realiza el procesamiento de las señales, para entregar en conjunto con sus diferentes módulos de fecha y hora, transferencia wifi y almacenamiento en memoria sd un informe del ambiente analizado. El sistema integrado nos lleva a realizar un monitoreo de forma remota y en tiempo real de la radiación ionizante, así como de las variables ambientales de temperatura y humedad, el espacio a realizar las mediciones es en las áreas controladas y no controladas las salas de radiología convencional, de esta manera permitirá verificar si está en los rangos establecidos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP).

Para validar el funcionamiento del sistema se realiza un estudio por comparación directa, verificando la repetibilidad y reproducibilidad del instrumento, con un intensímetro confiable existente en el mercado, como lo es el intensímetro marca LUDLUM 14C cuyo detector externo es un 44-9, el cual pertenece a un centro de medicina nuclear con su respectivo certificado de calibración con fecha del 03 de Julio del 2019 y vigencia de un año.

El entorno donde se realiza la prueba del equipo para la recolección de datos, es un ambiente estándar a una temperatura promedio de 26,2 °C, humedad relativa de 73,7% y presión atmosférica de 101,3 kPa. El kilovoltaje y miliamperaje del panel de control oscilan entre 40 a 100 (kV) y 18 a 120 (mA) respectivamente, dependiendo del tipo de examen que se realice, además algunos disparos con una exposición directa, bajo estos criterios y condiciones la toma de datos se trabaja con un nivel de confianza del 95%.

El equipo entrega los valores de radiación dispersa, temperatura

y humedad relativa, donde se puede verificar si está dentro de los límites establecidos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP). Mediante la recolección de datos se podrán generar alertas tempranas para ejecutar acciones que prevengan sobreexposiciones de los TOE. Cabe mencionar que el aporte de este desarrollo para la sociedad y la comunidad académica consiste en brindar un equipo moderno, de bajo costo, fácil de usar y administrar, donde garantice que los niveles de radiación y el blindaje de las instalaciones sea el adecuado, favoreciendo de esta manera la relación costo beneficio de los estudios radiológicos, respaldando ambientes seguros e idóneos para la práctica intramural.

Palabras Claves: Radiaciones Ionizantes; Contadores Geiger-Müller; Código Abierto

ABSTRACT

Constant monitoring of ionizing radiation becomes a vitally important input to monitor the well-being of occupationally exposed workers. With the research, a robust instrument is designed and constructed to measure ionizing radiation using an Open Source technology and sensors, these combined systems allow different applications to be created, the Arduinos being an open source electronic creation platform, which is based on hardware and Free, flexible and easy to use software. This system in particular integrates the LND712 and DHT22 sensors which captures the radiation - temperature and humidity signals respectively, after this with the program loaded on the Mega2560 card which has an Atmel processor, the signal processing is performed, To deliver a report of the analyzed environment together with its different date and time modules, Wi-Fi transfer and storage in SD memory. The integrated system leads us to remotely monitor real-time ionizing radiation, as well as the environmental variables of temperature and humidity, the space to be measured is in the controlled and uncontrolled areas of the

radiology rooms conventional, this way it will allow to verify if it is in the ranges established by the International Commission of Radiological Protection (ICRP).

To validate the operation of the system, a study is carried out by direct comparison with a reliable intensimeter existing on the market, such as the LUDLUM 14C intensimeter whose external detector is a 44-9, which belongs to a nuclear medicine center with its respective calibration certificate dated July 3, 2019 and valid for one year.

The environment where the data collection equipment is tested is a standard environment at an average temperature of 26.2 ° C, relative humidity of 73.7% and atmospheric pressure of 101.3 kPa. The kilovoltage and milliamperage of the control panel range between 40 to 100 (kV) and 18 to 120 (mA) respectively, depending on the type of test performed, in addition to some shots with a direct exposure, under these criteria and conditions the taking of Data works with a 95% confidence level.

The device delivers the values of dispersed radiation, temperature and relative humidity, where it can be verified if it is within the limits established by the International Commission of Radiological Protection (ICRP). Through data collection, early alerts can be generated to carry out actions that prevent TOE overexposures. It is worth mentioning that the contribution of this development to society and the academic community is to provide a modern, low-cost, easy-to-use and manage equipment, which guarantees that the radiation levels and the shielding of the facilities are adequate, favoring in this way the cost-benefit ratio of radiological studies, supporting safe and suitable environments for intramural practice.

Keywords: Ionizing radiation; Geiger-Müller counters; Open Source

INTRODUCCIÓN

La radiación hace referencia netamente a la característica que

tiene la naturaleza de manifestar su energía. Esta energía se emite desde los átomos y se propaga en forma de onda electromagnética o en forma de partícula (1)(2), La mayor parte de la radiación recibida por los seres humanos procede de fuentes naturales de las que no es posible sustraerse; La radiación natural proviene de muchas fuentes, como los más de 60 materiales radiactivos naturales presentes en el suelo, el agua y el aire. Por otra la parte, la fracción procedente de fuentes artificiales tiene una proporción muy importante, de más del 99%, procede de pruebas médicas diagnósticas, la generación de energía nuclear hasta el uso médico de la radiación para fines diagnósticos o terapéuticos. Hoy día, las fuentes artificiales más comunes de radiación ionizante son los dispositivos médicos, como los aparatos de rayos X (3)(4).

Con referencia a lo anterior, la incertidumbre generada entre los operarios de los equipos de radiodiagnóstico por lo general hace alusión al blindaje de la instalación, y si el mismo permite una práctica segura, enmarcada en los límites de las dosis efectivas establecidas; lo cual se puede llevar a cabo mediante la medición de la radiación percibida (radiación de fuga y radiación dispersa), el ser humano no puede percibir las radiaciones ionizantes; por eso ha ideado aparatos para detectar, medir, y analizar dichas radiaciones con la finalidad de poder prevenir sus efectos perjudiciales y aprovechar sus múltiples aplicaciones, por medio de dispositivos pasivos/activos diseñados para detectar, medir, y analizar dichas radiaciones con la finalidad de poder prevenir sus efectos perjudiciales y aprovechar sus múltiples aplicaciones. Lastimosamente en muchas ocasiones dichas mediciones solo quedan en buenas intenciones, puesto que es difícil acceder a los resultados a tiempo o tener equipos de un alto costo, como lo son los contadores Geiger que son instrumentos que permiten medir la radiación ionizante que emiten las diferentes fuentes de radiación, se emplean como dosímetros ambientales para medir la tasa de dosis equivalente, pero necesita personal idóneo para manipularlos, entre otros (5).

Resulta oportuno mencionar que la norma que regula en Colombia la habilitación de servicios de radiología diagnóstica, es la 2003 de 2014 (5), y en la misma se establecen todas las condiciones que deben tener estos. Esta resolución rige también para el laboratorios de simulación de rayos X de las universidades puesto que allí se realizan prácticas entre los estudiantes de los programas afines.

Finalmente, con este trabajo de investigación nos enfocamos en la construcción de uno de los instrumentos comerciales más comunes en el monitoreo de la radiación, se construye y verifica un contador de Geiger Müller digital, este dispositivo de medida se desarrolla con base al aprovechamiento de tecnologías de código abierto como el Arduino (6), mismo que hace referencia a cualquier programa que puede ser usado y modificado por que en su origen es de acceso público, dichos sistemas permiten la integración de diferentes aplicaciones a costos muy asequibles, programación no muy compleja y ensamble practico, el dispositivo de medición construido no solo permite medir las dosis de radiación percibida a través del sensor lnd712 (7), en el áreas de radiología convencional, sino que además posee un termohigrometro, con estas dos variables extras fundamentales para monitoreo de temperatura y la humedad relativa del entorno, en la configuración tendrá como valor agregado el poder realizar dichas mediciones de manera remota y en tiempo real, sin exponer al profesional que realice el monitoreo, con la ubicación del dispositivo en un sitio adecuado este estará transmitiendo en tiempo real dicha medida para poder ser visualizada con libertad desde cualquier dispositivo de computo o móvil, a través de acceso a plataformas como thingspeak, así mismo poder ir almacenando dicha información, de esta manera permite llevar un control estricto en el manejo de las emisiones RI en las salas donde los diferentes equipos radiológicos operen, al terminar el proceso de verificación se busca validar el contador de Geiger Müller, a partir del intensímetro confiable, a través de un estudio por comparación con equipo patrón, verificando la repetibilidad

y reproducibilidad (8), lo cual se convierte en su valor agregado y establece la justificación del mismo ante la comunidad científica y los entes reguladores, los cuales establecen los estándares de protección radiológica.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Para el proyecto se establecen como materiales diferentes insumos y tecnologías como lo son:

- Medidor de Radiación – Contador de Geiger – Müller Ludlum 14c (Equipo Patrón)
- Medidor de Radiación - Contador de Geiger – Müller (Construido por equipo desarrollador).

Características internas de contador Geiger Müller construido:

- Tarjeta de desarrollo (Open Source): Arduino Mega 2560
- Fuente de alto voltaje (Diseño rhelectronics)
- Tubo de Geiger Müller (LND 712)
- Pantalla LCD (TFT 320x240 px)
- Memoria SD (8Gb)
- Baterías de Alimentación
- Reguladores de voltaje
- Entrada de alimentación USB
- Termohigrómetro digital (Sensor DHT11)
- Tarjeta de transmisión WIFI

Tubo de Geiger Müller (LND 712) Características tomadas del fabricante Lnd Inc:

- Longitud Máxima (Inch/mm): 1.94/49.2
- Diámetro máximo (Inch/MM): 0.59/15.1
- Gas Interno: Ne +Halogen
- Longitud Efectiva (Inch/mm): 1.5/38.1
- Material del cátodo (Interna/Externa): 446 Acero inoxidable
- Diametro (Inch/mm) .36/9.1
- Conector: Pin
- Rango de temperatura de operación (°C): -40 a +75

La metodología implementada para en la fue de tipo cuantitativo descriptivo de corte longitudinal y de correlación, la muestra fueron las mediciones de la dosis efectiva de radiación en salas de radiología convencional en áreas controladas y no controladas tomadas en dosis efectiva de radiación en los momentos de operación del equipo de rayos X, dos veces por semana durante 1 mes.

El muestreo implementado fue aleatorio sistemático, los instrumentos para la recolección de la información fueron el Contador de Geiger-Müller, Intensímetro comercial, Ficha para recolección de datos; el análisis de la información se realizará a través del Paquete estadístico SPSS v.24.

Se utiliza el coeficiente de correlación intraclases CCI para establecer la concordancia entre el CPM construido y el equipo control, su valor se encuentra entre 0 y 1, siendo 1 una correlación excelente y 0 no existe correlación. Posteriormente se realizó el método grafico de Bland Altman para establecer la concordancia entre los dos instrumentos de medición, los valores obtenidos con el CGM construido y el CGM control. En el eje de las abscisas se encuentran los promedios de las medidas y en la ordenada la diferencia entre ellas, este método permite establecer si los valores obtenidos por el equipo construido reemplazan las del equipo control con la suficiente precisión. Para esto se utilizó la ecuación.

$$d \pm 2DS_{\text{Diferencia}} \text{ Ecu 1.}$$

Donde:

d = Media de la diferencia entre los valores obtenidos con el CGM construido y el de control

D_s = Desviación estándar la diferencia entre los valores obtenidos con el CGM construido y el de control

Asimismo, en la metodología implementada en la investigación se tendrán tres fases, las cuales en la recolección de los datos se basarán en un estudio tipo experimental, tanto para la fase de verificación como la de validación:

Fase de verificación: Corresponde a la verificación del funcionamiento del contador Geiger-Müller en salas de radiología convencional, por medio del equipo patrón.

En esta etapa se implementa una prueba piloto, donde se toman 52 datos para el equipo construido y 52 para el equipo patrón, para un total de 104 datos en la primera etapa.

Posteriormente a la verificación y ajuste del equipo se procede a ejecutar en unos procesos posteriores la obtención de las certificaciones de validez en las mediciones que arroja el equipo desarrollado, como lo son las etapas en mención a continuación:

Fase Certificación: calibración del equipo a cargo del laboratorio secundario de calibración dosimétrica del Ministerio de Minas y Energía.

Fase de validación: instalación del equipo en la sala de radiología convencional, tanto en el área controlada como no controlada para recolección de la información en el tiempo establecido.

En esta etapa se aplicará un Diseño Experimental el cual se encargará de determinar qué factores inciden más en la toma de datos y establece las mejores condiciones para un protocolo en la toma de datos.

En esta situación se debe tener una variable de respuesta (Lectura

de la dosis), tomando estas dosis en diferentes situaciones, es decir, diferentes factores (Distancia, Temperatura, Humedad, Posición del equipo).

En esta etapa se toman estas combinaciones realizando 6 réplicas, para un total de 120 datos en la tercera etapa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El entorno donde se aplicaron las pruebas al equipo de medición construido, tuvo unas condiciones de ambiente estándar con una temperatura promedio de 26,2 °C y humedad relativa de 73,7% y presión atmosférica de 101,3 kPa, bajo estas condiciones y los criterios de toma de datos en la aplicación del instrumento se trabaja con un nivel de confianza del 95%.

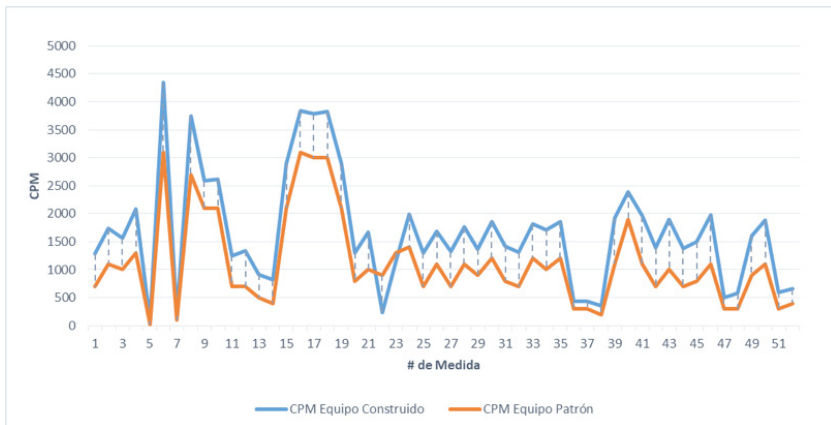
En la recolección de datos además de las ya mencionadas variables ambientales estándar se tiene en cuenta la configuración del equipo en términos del kilovoltaje que osciló entre 40 y 100 así como el miliamperaje que osciló entre 18 y 120 todo esto dependiendo del tipo de examen a realizar, además de realizar algunos disparos de prueba con una exposición directa. En la tabla a continuación se puede observar las configuraciones programadas durante el estudio:

Para la comparación directa se utilizó un intensímetro comercial marca LUDLUM 14C cuyo detector externo es un 44-9, el cual al pertenecer a un centro de medicina nuclear es necesario que esté al día con su certificado de calibración, por lo que se tiene con fecha de calibración del 03 de Julio del 2019 con vigencia de un año. Tanto el mencionado intensímetro a ser utilizado como patrón, así como el contador construido se disponen a tomar medidas en el área controlada de la sala de radiología convencional con las características anteriormente mencionadas. Para evitar exponer a los profesionales se disponen los equipos a tomar las exposiciones a la radiación, tomando grabaciones de la pantalla análoga a través de una cámara go-pro del equipo patrón, para posteriormente

contrastar las medidas con las almacenadas en la tarjeta sd del contador construido en etapa de verificación.

Después de aprovechar en diferentes jornadas las exposiciones a la radiación de los equipos, todo esto en dependencia de los exámenes realizados se logra obtener un registro de 56 disparos, el equipo construido almacena por triplicado cada una de las medidas permitiendo reducir el error en la recolección de los datos de CPM de esta manera se tiene registro de 168 mediciones. De las mediciones realizadas se obtiene los promedios de cada una de las medidas al triplicado y se excluyen las medidas que por configuración del equipo patrón se sale del rango quedando para el análisis final un total de 52 mediciones.

Figura 1. Serie de tiempo comparación entre las medidas de los equipos



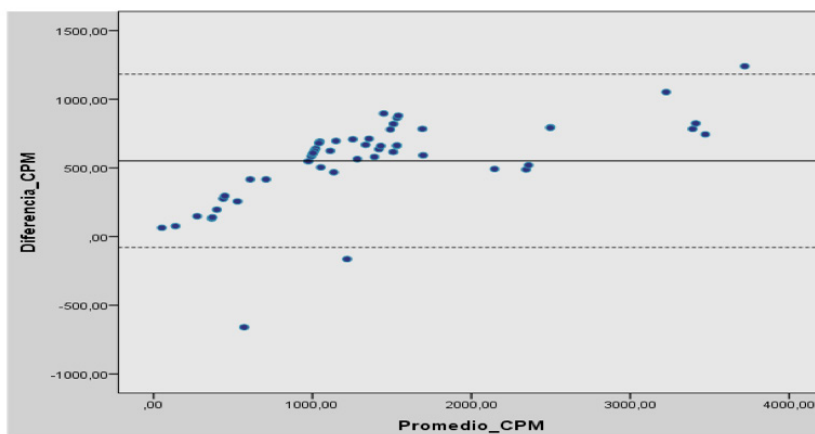
En la figura 1 se puede observar que el equipo construido se encuentra con mediciones por encima de las del equipo patrón las cuales tienen un promedio de $(583,2 \pm 250,4)$.

Estos valores se establecen como insumo para los ingenieros desarrolladores del contador Geiger Müller digital, para de esta manera realizar la reprogramación del código de la tarjeta que controla el tubo de Geiger, de esta manera mejorar la repetibilidad

y reproducibilidad de las mediciones.

Se calculó el coeficiente de correlación intraclase para los dos instrumentos de medidas obteniendo una correlación directa y estadísticamente significativa con un CCI ($r=0,791$; $p<0,001$), intervalo de confianza 95% (-0,49; 0,941). Luego se construyó el gráfico de Bland-altman, el cual permitió identificar que el 94% de los valores se encuentran ubicados dentro de los límites de concordancia dichos valores presentan una media de la diferencia entre los 2 métodos utilizados de $551,46\pm 315,21$.

Figura 2. Gráfico de Bland y Altman del grado de concordancia entre el CGM construido y el de control.



CONCLUSIONES

El contador Geiger Müller es un instrumento de medición de los más usados a nivel comercial en la actualidad para medir la radiación a la que se exponen el personal que labora en los diferentes ambientes TOE, donde las fuentes de radiación artificial se implementa con fines médicos; resulta oportuna la aplicación de esta tecnología en desarrollo, ya que dicho instrumento de

medición permite llevar un monitoreo en tiempo real y de forma remota, estableciendo controles más estrictos, ciñéndose de esta manera a trabajar bajo la reglamentación que establecen las normas internacionales como están dadas según la ICRP, ICRU, UNSCEAR, IAEA, dentro de los rangos permitidos y tolerados por los seres humanos, conllevando a conservar la integridad del ser humano.

La obtención del certificado de validación del equipo lleva a que se convierta en un insumo importante para el control por parte de los entes reguladores a nivel local y nacional de los centros de radiología convencional y medicina nuclear.

La consolidación de este tipo de proyectos multidisciplinarios que permiten la aproximación del método científico en investigación de desarrollo de base tecnológico en programas de perfil tecnológico, como lo es el programa de tecnología en radiología e imágenes diagnósticas.

El proyecto genera diferentes impactos, el social, con la construcción del equipo el cual lleva un diseño que permite al personal encargado realizar mediciones sin exposición directa a la radiación dispersa, respecto al impacto económico el equipo tendrá un diseño que permitirá ser asequible por el bajo costo de sus componentes, además que será un valor agregado para el laboratorio donde este opere, ya que dado su control en los niveles de radiación les permitirá estar al día en la reglamentación y acceder sin problemas a sus respectivas licencias para su operación, finalmente el impacto ambiental el equipo con el control de la emisión de la radiación ionizante, permitirá dar alertas tempranas cuando se esté afectando no solo el ambiente en el que opera, sino además que podrá verificar que las personas que realicen actividades en lugares aledaños tengan la seguridad de hacerlo en las condiciones idóneas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arias LR, Uribe J, Resumen C. El Contador Geiger como Herramienta en la Enseñanza del Concepto de Radiación. 2007;2:1-3.
2. Castro-volio I. Indicadores citogenéticos para la identificación de exposición a radiación ionizante en humanos radiation exposure in humans). Acta Med Costarric. 2013;55(3):110-7.
3. OMS. Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección [Internet]. Centro de prensa. 2016 [cited 2019 Nov 24]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>
4. Weiss W, Larsson CM, McKenney C, Minon JP, Mobbs S, Schneider T, et al. ICRP PUBLICATION 122: Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste. Ann ICRP. 2013;42(3):1-57.
5. J. Azpeitia Armán, Domingo JP. Manual para técnico superior en imagen para el diagnóstico y medicina nuclear. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2016. 1151-11558 p.
6. Aira N, Rahman A, Lombigit L, Abdullah NA. Arduino Based Radiation Survey Meter. In: AIP Conference Proceedings. 2017.
7. Urquizo R, Gago J, Cruz-saco C, Rojas J, Mendoza P. Desarrollo de un dispositivo de medición usando un Geiger Müller para la determinación de actividad en un prototipo de generador de ^{99m}Tc Resumen Development of a measurement device, using a Geiger Müller type detector, for the determination of the act. 2014;14:133-6.

8. Botero Arbelaez M, Mendoza Vargas J, Arbeláez Salazar O. Método anova utilizado para realizar el estudio de repetibilidad y reproducibilidad dentro del control de calidad de un sistema de medición. Sci Tech. 2007;5(37):533-7.

3

CAPÍTULO
TRES

Apuntes teóricos para realizar una crónica-perfil sobre Néstor Cardona Arcila -CAN-, director del periódico de humor de Pereira ‘El Fueté’

Franklyn Molano Gaona
fmolano@areandina.edu.co

Universidad Tecnológica de Pereira

Introducción

El objetivo de este trabajo es realizar una crónica-perfil del periodista Néstor Cardona Arcila y su labor como director del periódico de humor ‘El Fueté’, que circuló desde la década de los 40 hasta inicios de la década de los 90.

Esta investigación sobre Néstor Cardona Arcila -CAN-, busca explorar la cotidianidad como director y redactor del periódico ‘El Fueté’, a través de la elaboración de una crónica de perfil. Hay que ubicar a Cardona Arcila dentro del periodismo de humor

en Pereira (Risaralda) y destacar el aporte que hizo a través de su periódico. Para la realización de esta propuesta he decidido apoyarme en textos que abordan la crónica literaria, el cual me brinda las mejores posibilidades de exponer quién fue Cardona Arcila y su importancia dentro del escenario periodístico de la ciudad.

CAN estuvo bajo la dirección de ‘El Fuede’ desde el 2 de enero de 1942 hasta el mes de junio de 1992, período que enmarca un espacio de transformación y de cambio dentro de la región cafetera, que este periodista recogió en sus páginas con fino humor y gracia llamativa que obligaba a los lectores a buscar su periódico. Es necesario aclarar que aún se está en la búsqueda de soportes teóricos sobre el cual se trabajará la crónica, pero quiero ofrecer definiciones que mencionan que la crónica es ese oficio de contar historias.

El ensayista norteamericano Hayden White, sostiene que lo único que el hombre realmente entiende, lo único que de veras conserva en su memoria, son los relatos. “Podemos no comprender plenamente los sistemas de pensamiento de una cultura, pero tenemos muchas menos dificultad para entender un relato que procede de otra cultura por exótica que nos parezca”.

El escritor Gabriel García Márquez contó: “modestamente, me considero el hombre más libre del mundo -en la medida en que no estoy atado a nada ni tengo compromisos con nadie- y eso se lo debo a haber hecho durante toda la vida única y exclusivamente lo que he querido, que es contar historias”. Dentro de las figuras del periodismo literario que ha dedicado parte de su carrera al perfil, es el norteamericano, John Lee Anderson, quien se preguntaba así sobre ésta modalidad: ¿qué posibilidades de ser justo tendría quien debe escribir en tres días el carácter de la vida de alguien? Pero la pregunta es ¿en qué medida se puede conocer a una persona? Y a fin de cuentas ¿quién es una persona? ¿Es lo que dice, es lo que oculta, es lo que hace?”

Un perfil, -siguió Anderson- es un género periodístico que intenta entregarle al lector el retrato de una persona, es decir, una explicación de quién es y de cómo ha llegado a serlo. En sus versiones más ambiciosas, un perfil es un reportaje sobre una persona muy singular, cuya versión final es un texto que fusiona la narración y el ensayo, es decir, el relato de una vida y la biografía del carácter que la ha gobernado.

Palabras Claves: Crónica. Humor. Memoria. Pereira. Prensa

Materiales y métodos

El género de la crónica-perfil me dará la oportunidad de adentrarme en la personalidad de Néstor Cardona Arcila y descubrir sus rasgos, su forma de pensar, de actuar, su entorno social, sus costumbres, su cotidianidad y su forma de ser. Además de explorar en esa ‘chispa’ en el humor que lo caracterizó siempre.

Su comentario acerca de su lugar de origen, la población de Líbano (Tolima), de donde el mismo CAN escribió: “la única relación extramarital que he tenido es amar a Pereira”. Y qué decir de este escrito en las páginas de ‘El Fuede’: “Si el morir es descansar, como reza el estribillo, ordena tu mortaja en una hermosa caja, de las de Juan Trujillo y por eso, padre burlón, te doy un abrazo que abarque a todos los humoristas del mundo, a los vivos y a los muertos de risa”.

De CAN, un amigo muy cercano dijo: “es un señor muy testarudo, muy recio, firme, decidido y valiente. Un viejo loco, un adelantado y un sonriente señor. Un niño juguetero, un señor muy elemental. Un día, un buen día le pregunté que en caso de poder elegir que se llevaría para una isla solitaria y me dijo ‘gente’. Cuando estoy muy solo en mi isla lo invito a él.

Ese gracejo, esa oración bien construida, ese juego desprevenido de palabras, esa construcción donde el azar es la protagonista, esas frases y esos escritos que soltaron carcajadas durante más de

45 años, y cómo desde las páginas de 'El Fuede' logró durante ese mismo espacio de tiempo, consolidarse como uno de los medios impresos de humor más importante del país, eso es lo que pretendo realizar a partir de la crónica-perfil. Es importante subrayar que en este momento de la construcción del anteproyecto sigo en la búsqueda del sustento teórico que utilizaré en el desarrollo de este trabajo.

Justificación

En las bibliotecas de Pereira hay muy pocos registros escritos a cerca de los periódicos y de los que hicieron periodismo en esta ciudad. Tampoco hay una decisión política por mantener viva la memoria de los años pasados en cuestión a este mismo tema

Los ciudadanos que se dedicaron a ese oficio de guardar y ordenar las publicaciones fueron personas cercanas a quienes hacían la labor periodística, como familiares o parientes cercanos que en ese afán de conservar un testimonio del trabajo realizado se dieron a la tarea de guardar esos ejemplares

Durante años muchos de esos periódicos quedaron guardados pero con el paso de los años, el deterioro los acabó o como lo señalan las mismas informaciones de prensa fueron desaparecidos por incendios o fuertes lluvias que obligaban a arrojarlos.

En este ítem hay que destacar dos momentos fundamentales que merecen ser estudiados y puestos en primer plano, con el fin de que las nuevas y actuales generaciones las conozcan.

Una primera instancia tiene que ver con dar a conocer el nombre de Néstor Cardona Arcila, como uno de los periodistas más reconocidos en la región cafetera (Caldas, Risaralda y Quindío) cuando estos tres departamentos conformaban lo que se denominó en ese entonces Gran Caldas, desde la década del 50 hasta finales del 90.

Al hacer un leve sondeo por varios estudiantes que cursan último

año en los colegios de Pereira, se percibe un serio vacío en cuanto a nombres de personalidades ilustres que le hayan entregado aportes significativos a la ciudad. Lo mismo sucede con testimonios que se registran de alumnos que cursan la carrera de Comunicación Social y Periodismo en Pereira, donde se desconoce la obra periodística de Néstor Cardona Arcila y su periódico 'El Fuede'.

Lo anterior es una razón de peso y suficiente para abordar el contenido que le dio vida al 'El Fuede' y destacar su forma particular y creativa de hacer periodismo como un ejemplo que durante décadas se realizó en la capital risaraldeense.

Es decisivo que los jóvenes de hoy conozcan qué se hacía en materia de periodismo y cómo un hombre como Cardona Arcila asumía el oficio de creación del periódico. De esa manera los públicos de ésta generación tendrán acceso a información novedosa y actual a cerca de lo que sucedía en Pereira, sus hechos y protagonistas.

En ese mismo sentido si estos nuevos lectores conocen más de cerca el trabajo de Cardona Arcila, se ampliará el conocimiento que existía en la ciudad en ese momento, la forma de hacer periodismo, las dinámicas sociales y económicas y el pensamiento que por esos años orientó los destinos de Pereira.

El segundo aspecto que es de igual importancia, es la necesidad de evidenciar como en la época en que Cardona Arcila ejerció el periodismo en 'El Fuede', se apreció una prensa nacional con mayor capacidad intelectual, de mayor expresión narrativa, de alcances expresivos mayores y de una prosa mejor acabada.

Uno de las líneas escritas por CAN utilizadas en los avisos de 'El Fuede', se aprecia un texto muy bien pensado y con gata carga de humor:

El Guayabal Bar

Avienten Guadua

*En este, amigo, EL GUADUAL
grato rincón montañoero*

*que presintió con esmero su ambición espiritual.
La cocina es regional,
de la raza es el ambiente,
es de caña el aguardiente
y de verdad la expresión
de esta franca invitación
con carácter permanente.*

*Para hoy y mañana oreceamos los siguientes platos: rellenas, tamales,
chorizos, empanadas, fritanga y mondongo. Visite El GUADUAL.
Pereira, calle 18 Nro. 660 Tel. 7833*

Pero ese fenómeno no solo se vivía en Pereira. El mismo síntoma surgía en Manizales, en Medellín, en Cali y Bogotá, donde poetas, abogados, escritores y en general intelectuales gravitaban alrededor del periodismo y ‘El Fuede’, no estaba alejado de esa tendencia que marcó un estilo propio y auténtico de hacer periodismo en Colombia.

Si CAN alcanzó a ser reconocido en el Viejo Caldas y en buena parte del territorio nacional por sus publicaciones a través de ‘El Fuede’, lo mismo sucedió con el periodista y escritor Lucas Caballero Calderón, —KLIM—, quien con sus textos publicados en importantes diarios del país como en El Tiempo, El Espectador y en la columna La canasta familiar en la revista Cromos, alcanzó una alta calidad literaria y una dosis de picardía, los cuales constituyeron en casos insólitos dentro de la historia del periodismo colombiano.

En primer lugar porque en ambas circunstancias el del CAN y el de KLIM, supieron escoger y manejar con tino extraordinario uno de los géneros periodísticos más difíciles como es el humor, y en segundo lugar porque en determinadas circunstancias políticas que se vivió en la época de la violencia, ambos prefirieron conservar sus independencia crítica antes de someterse a las presiones de un

gobierno o de sus empleadores.

En esa época Cardona Arcila forjó una forma particular y novedosa de hacer periodismo de humor a través de su periódico, el cual gozó de gran acogida en la zona cafetera del Viejo Caldas y logró gran impacto en las demás ciudades del país.

Esos años, los cincuentas, los setentas, los setentas y hasta los ochentas, fueron para los expertos los años mozos para el periodismo nacional y fue esa misma época donde CAN y KLIM, por señalar apenas dos íconos de las letras al interior de los periódicos, pulieron una marca recia y conciso, irreverente y sarcástico, que contribuyó de manera decisiva a que muchos mitos centenarios, ídolos añejos se derrumbaran a los ojos de centenares de colombianos.

Autores como CAN y KLIM, entre otros bebieron de esa literatura fructífera y avasallante que se dio en la década de los cincuentas en el siglo XX. En el capítulo 12, bajo el título: Los nuevos periodismos latinoamericanos, del libro *Literatura y Periodismo* del autor Alberto Chillón, se explica con claridad como ciertos autores cultivaron un periodismo literario de notable calidad. “Escritores como Gabriel García Márquez, Jorge Luis Borges, Ernesto Sábato, Julio Cortazar, José Donoso, Carlos Fuentes, Octavio Paz, Mario Vargas Llosa, Alfredo Bryce Echenique y Eduardo Galeano ha dado frutos no solo en el terreno de lo de la narrativa ficticia, sino también en el terreno de la narrativa fáctica, en forma de ensayo, articulismo periodístico, prosa de viajes, crónicas, semblanzas y retratos, prosa miscelánea o periodismo literario”. (P. 337) .

Lo anterior es el mejor argumento para poner los ojos en la obra de CAN enriquecida con la prosa más elegante y el estilo más agudo para contar qué sucedía en la Pereira de esa época y de alguna manea entender a través de los textos publicados en ‘El Fuede’, el imaginario de esta ciudad que apenas nacía.

Planteamiento del problema

El hombre desde la tradición oral siempre ha querido contar historias. Hay que recordar a Sherezada, escapando al filo del amanecer de la muerte, cuando ella podía persuadir al Sultán con un nuevo relato que le prolongaba una vez más su vida. Esos relatos quedaron consignados en Las Mil y una noches, los cuales dan cuenta de hechos, episodios, viajes y acontecimientos de poblaciones cercanas a Marruecos.

Luego los cronistas de Indias, se dieron a la tarea de contar desde la observación, el olfato y los dialectos, lo que encontraban a su paso en tierras del Caribe y las costas del Pacífico. Por ellos sabemos del proceso de evangelización, la barbarie de las guerras, el aprovechamiento sobre las culturas indígenas asentadas durante años, el desarrollo de la arquitectura y la implantación de una nueva forma de vida.

En los siglos XVII y XVIII hubo un despunte de las publicaciones, tanto en revistas, panfletos, textos de gran aliento, el surgimiento de la novela, los escritos de aventuras.....llegó Shakespeare y Cervantes.

Hacia 1925, Manizales, señalan los expertos, contaba con cerca de 25 revistas y la ciudad Luz llevaba el honroso nombre de Meridiano Cultural de Latinoamérica. Había una necesidad de relatar, de contar la historia y como dice Gabriel García Márquez, de echar muy bien el cuento.

Años después, diría Patricia Nieto, cronista y quien en la presentación del libro *Escribiendo Historias –el arte y el oficio de narrar en el periodismo–* escribe “empezamos a buscar respuestas a las múltiples inquietudes que enredaron nuestras vidas al leer *Colombia Amarga*. Juan José Hoyos Naranjo –periodista sin afán y maestro comprensivo– apareció para enseñarnos que si no encontrábamos nada más placentero que caminar por la ciudad en busca de un hecho interesante para luego escribirlo como

una historia, dejáramos reposar esas preguntas y simplemente saliéramos a gastar la suela de los zapatos como lo había hecho Gay Telese y a flagelarnos con el mismo látigo que Dios le había dado a Truman Capote, a él, y según entendimos a nosotros también”.

En ese mismo ritmo de esas ciudades que aparecían en la geografía colombiana, estaba Néstor Cardona Arcila –CAN– y un grupo de amigos, que alrededor del dialogo y el fomento de la conversación, se dieron a la tarea de contar qué estaba pasando en la Pereira de esos años. Cardona Arcila abrió bien los ojos y los puso en la calle. Allí donde se cocinan los hechos y corren los acontecimientos. Fue siempre un periodista de a pie, inquieto por las novedades que se presentaban por las cuadras de una incipiente Pereira. Desde las páginas de ‘El Fuede’, CAN era testigo de primera mano de lo que sucedía en la región y con su hábil pluma, recogía las novedades de esa época. Desde los años cuarenta, Cardona Arcila no hizo otra cosa que mirar las calles con la capacidad de asombro que requiere un periodista el cual no escapa nunca al registro de hechos y de eventos de importancia.

Sus sentidos estuvieron a la orden de recibir las nuevas modulaciones que llegaban a la ciudad. Fue capaz de escribir cómo cambiaba la piel de una urbe que estaba creciendo. Escribir sobre aquello que es dignificante para el hombre y buscar las respuestas a sucesos que estaban aplazados y que merecían repuesta. Desde una visión general, hay que expresar que el desarrollo de este proyecto gira alrededor de Néstor Cardona Arcila, insigne periodista de estos años que merece con urgencia ser reconocido. Cardona Arcila, delgado, de corbata oscura, fino traje, sombrero de ala corta, camisa de puño y un libro debajo del brazo derecho, se lanzaba desde las 10 de la mañana a buscar hechos y hablar con amigos cercanos que le hablaban sobre la movida informativa de aquellos días. Lugo se encerraba en su casa y durante horas transformaba esos comentarios y esas anotaciones, en creativos párrafos que deleitaban a los lectores.

Pero además construía el periódico, lo armaba, lo diagramaba y servía además como agente publicitario. En ese sentido Cardona Arcila, conocía toda la ruta de elaboración de un periódico. Desde la ubicación de cada uno de los lingotes de las noticias, los dibujos, las ilustraciones, el armado, el paginado y la posterior distribución. Todo, absolutamente todo lo hacía Cardona Arcila. Por eso me atrevo a formular la siguiente pregunta, la cual va dirigida de forma directa al problema de investigación:

Qué tipo de periodismo fue el que realizó Néstor Cardona Arcila en Pereira como director del periódico 'El Fuede'?

Formulación de las hipótesis

Luego de realizar un trabajo de campo y de inmersión en las bibliotecas de Pereira, como también una indagación responsable por las herramientas tecnológicas (Internet) y después de entrevistar a personas relacionadas con el oficio del periodismo en Pereira, puedo atreverme a concluir que hay una alta escasez sobre escritos que se refieran a la obra periodística de Néstor Cardona Arcila.

Por eso la serie de interrogantes ayudarán a resolver en el transcurso de los capítulos de este trabajo, un período de la historia de la prensa regional donde CAN fue protagonista esencial, a retratar con fluidez y contundencia uno de los episodios más importantes de la prensa pereirana y a dejar constancia que la labor como cronista de humor que hizo CAN no se ha vuelto a repetir en la historia reciente de la ciudad.

Pregunta e hipótesis cubrirán ese vacío, donde la pluma de CAN construyó una forma diferente de ver la ciudad y sus personajes. Lo que quiero demostrar es cómo los ojos de los lectores tuvieron por más de 45 años los ojos puestos en la publicación que cada semana realizó Néstor Cardona Arcila.

También quiero hacer una apuesta de riesgo con el fin de comprobar que el periodismo que practicó Cardona Arcila y los integrantes de su generación fue un oficio elaborado con prestigio, alta preparación humanística y conocimiento literario, que hicieron durante estas décadas un periodismo excelso, de grata lectura y de gran impacto social.

Para justificar esta premisa, la escritora Mary Luz Vallejo Mejía, escribió en el prologo del texto: *La Crónica en Colombia, Medio Siglo de Oro*, como los hombres dedicados al periodismo y en especial a la crónica en la década de los 60`s contaban con una formación literaria y humanista que lo hacía destacar dentro de la sociedad de ese momento.

“El género de la crónica, concebido como un acto de diaria o de frecuente inspiración, que suele alojarse en el espacio reservado de la columna personal de algún medio impreso, que refleja la personalidad del escritor y su peculiar manera de ver y expresar el mundo, ha orientado la selección de estas piezas.

En últimas, el cronista compone una obra coherente que transmite el pensamiento con sus mudanzas y contradicciones, y un estilo también vivo y de fino acabado, que con el paso del tiempo conserva su frescura”. (P.2)

Un poco más adelante, la autora es más explícita y cuenta como entre 1910 y 1960, los cronistas guiaron y deleitaron a la opinión en los principales periódicos nacionales y de provincia. “Este período histórico abarca el surgimiento y la evolución del género de la crónica hasta alcanzar sus cumbres expresivas con propuestas temáticas y estilísticas que no han sido superadas en las últimas décadas, cuando el género ha perdido vigor y presencia en nuestra prensa. Porque en general el periodismo colombiano, que en esa época dorada fue la envidia de Hispanoamérica, dejó de ser ‘un cajoncito de la literatura’, como lo lamentó en una ocasión Daniel Samper Pizano”. (P.2).

Momento al cual perteneció Cardona Arcila y fue en esos mimos años donde la prensa despuntó como un producto literario y cazador de lectores que cada mañana salían a la carrera para sentarse y poderse deleitar con la lectura de una buena historia. Los cronistas de ese entonces, expone Vallejo Mejía en este libro, parecían estar convencidos del aporte que podía hacer el periodismo moderno para aligerar la pesadez del comentario de opinión decimonónico. “Por ello, desde que en los periódicos se abrieron secciones especializadas de crónica, se advirtieron las posibilidades del género para experimentar con nuevas fórmulas estilísticas. Con la crónica, pues, entró la modernidad literaria a la prensa colombiana.

Si algo caracterizó a la primera generación de cronistas fue la calidad de la prosa, vertida en tono serio o jocoso, y la ruptura con el estilo panfletario, grandilocuente y lírico que se estilaba”. (P. 5)

A las páginas de ‘El Fuede’, Cardona Arcila le abre la puerta a plumas que cultivaron la brevedad, la sencillez y el buen uso del lenguaje, en temas que como lo explica la autora, parecen insignificantes: “Así como la literatura gira en la órbita de temas universales e imperecederos, la crónica también se vale de motivos comunes e incluso anodinos, que desafían la originalidad del autor. Los maestros de la crónica se regodearon y dejaron su huella personal en temas tan reiterativos como: diciembre o las navidades, la pereza, el traje y demás adminículos (el sombrero, el paraguas, la corbata, el largo de la falda), el matrimonio, el transporte público, la comida, el licor y la ley seca, los animales, el paisaje, el pavor al dentista o al avión, los suicidas del Salto del Tequendama, el absurdo de las leyes y la misma falta de tema...”. (P. 6)

El caudal literario y la formación en las letras, en el caso de la generación de Cardona Arcila, provienen, como lo argumenta Vallejo Mejía a la generación del Centenario y de los Nuevos. Ellos representaron una cultura humanista, con gran rigor intelectual,

curiosidad por el mundo circundante, compromiso político y sensibilidad estética.

“Como hombres del Renacimiento se sumergían en las corrientes del saber y escribían sobre innumerables temas de interés; eran la clase ilustrada de un país que apenas salía de su aislamiento cultural. A través de sus escritos es posible conocer la sensibilidad de distintas épocas y comprender mejor el presente. Además, se alcanza a apreciar la riqueza cultural que ofrecen las distintas regiones del país retratadas por sus cronistas más devotos, sin caer en provincianismos, porque si bien cantaban emocionados a su terruño, tenían un sentido universal de la literatura y del periodismo y una asombrosa habilidad para trazar el contexto y establecer analogías entre los hechos locales e internacionales”. (P. 10) .

Pero la fuente de donde bebieron los cronistas de la misma época de Cardona Arcila, viene, según averiguaciones de Vallejo Mejía, corresponde a lecturas que estos cronistas hicieron de maestros españoles como Mariano José de Larra, Leopoldo Alas, José Martínez Ruiz, Ramón Gómez de la Serna, Julio Camba, Wenceslao Fernández Flórez y Ortega y Gasset. “Ellos resuenan en nuestra literatura periodística de principios y mediados de siglo los ecos cervantinos, y se saborea lo mejor de la prosa castellana, porque la mayoría de nuestros cronistas se amamantó con los clásicos españoles Pérez Galdós, Pío Baroja, Valle Inclán, Unamuno y Pereda. Y, por supuesto, eran lectores devotos de la literatura del Siglo de Oro y recitaban a Quevedo y al Arcipreste de Hita en momentos de exaltación.

También se percibe la influencia francesa, que a su vez contagiaba a los ibéricos. Quizá el autor más citado sea Anatole France, que influyó enormemente en la obra de Armando Solano y de Luis Tejada. El espíritu de France se percibe en la capacidad de producir una sonrisa que nace del escepticismo, y de penetrar muy hondo en el secreto de las cosas. Otros cronistas se zambulleron

en las fuentes de los escritores ingleses, norteamericanos. Algunos como Eduardo Zalamea Borda, Alfonso Fuenmayor, Clemente Manuel Zabala, Hernando Téllez, importaban nuevos autores, los traducían y producían el feliz”. (P. 9)

Además de ese carácter literario que fue el sello que circulaba por los pasillos de los periódicos, también hizo carrera, la figuración de sobre nombres que antecedían los escritos y que le imprimieron una estela de misterio a la verdadera identidad del autor. “Muchos se hicieron famosos con sus seudónimos. Los hubo que tenían tantos seudónimos como José Velásquez García: Julio Vives Guerra, Fray Cepillo, Luis de Obando, Juan Ruiz, Conde de Casanegra, K. Odak, Andrés Votino.

Ximénez (José Joaquín Jiménez) hizo célebre su seudónimo de Rodrigo de Arce, el poeta peripatético de los suicidas del Salto de Tequendama; y son inolvidables los de Fray-Lejón, Calibán, Dr. Mirabel, Klim, Tic Tac, José Gers, Mario Ibero... Especialmente los de la generación del Centenario daban su reino por un seudónimo y les dejaron a los investigadores del futuro la difícil tarea de desenmascararlos”. (P. 11).

De esta serie de planteamientos surgen las siguientes preguntas:

1. Cuál es el impacto social y cultural de Néstor Cardona Arcila –CAN– dentro del periodismo de humor a través de ‘El Fuede’
2. Cómo era el pensamiento de ciudad y de sociedad cívica que Néstor Cardona Arcila -CAN- utilizó en el periódico ‘El Fuede’
3. Cuáles son los rasgos en el humor que se pueden encontrar en los escritos realizados por Néstor Cardona Arcila consignados en el periódico ‘El Fuede’ .

Descripción del estado del arte

Este anteproyecto tiene un gran interés en abordar la obra

periodística que realizó durante cerca de 50 años, Néstor Cardona Arcila –CAN– en el periódico ‘El Fuede’ que circuló desde la década de los 40 hasta comienzos de 1990.

De manera puntual son sus columnas que circulaban cada semana bajo el seudónimo de CAN, donde se dedicaba a temas de la actualidad y de la actualidad con un estilo de humor muy agradable al lector.

Para concentrarme a cerca del tema del humor en la prensa encontré la tesis doctoral de España denominada: Isomorfismos en el sistema de opinión. El humor y el rumor como paramensajes informativos: sus efectos sobre el sistema de opinión pública, escrita por el licenciado José Manuel Gironés Guillen.

La propuesta consiste en un estudio sobre la función política de la prensa y de la mediación que a su través se ejerce sobre la opinión pública. Se trata, en el campo de la teoría de la mediación, de una investigación comparativa de presencia y efectos del Humor y del Rumor como paramensajes complementarios de la Información en la construcción del presente y, a la vez, del hallazgo de válvulas de retroacción y respuesta frente al discurso dominante.

Para el enfoque de la presente investigación, se presentan dos conceptos procedentes de las más tempranas épocas de la teoría periodística. El concepto de “mundo presente que cambia” del alemán Otto Groth y el concepto de “intención” en el que insiste de manera particular el italiano Francesco Fattorello La intención, está estrechamente ligada con la comunicación humana, es la base de la diferencia. Tanto en el hombre individuo como en el hombre sociedad.

Néstor Cardona Acrila -CAN- logró lo que se plantea en ésta tesis doctoral de la cual hecho mano, es que sus frases cortas, sus relatos cortos y sus columna breves, lo catapultaron como un escritor prodigioso y versátil, que se burlaba con elegancia de los servidores públicos y de los hechos más cotidianos.

Una segunda tesis doctoral lleva como título: La influencia del humor en el proceso de la comunicación escrita en 1992 por María Rosa Pinto Lobo del Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad Complutense de Madrid (España), la cual propone temas como: delimitación del concepto de lo humorístico; lo ridículo, lo serio y lo jocoso y lo ingenioso y el concepto de superioridad .

En el mismo trabajo también s profundiza en temas como conceptos y alcance del clima humorístico; el clima humorístico como concepto combinatorio y la risa como consecuencia del clima humorístico. La autora dedica especial cuidado a exponer teorías como: teorías sobre el clima humorístico y sobre la risa; teorías sobre la liberación del desahogo; teorías sobre la relación de la risa con el humor: teorías sobre la relación entre reír y sonreír y teorías sobre las categorías del placer y de la risa.

En el capítulo dedicado al clima humorístico como concepto, la autora señala: “Me inclino, pues, a corregir el concepto de marco mental humorístico de Olson en dos sentidos: Primero, considerándolo como un concepto combinatorio; al que podemos denominar alivio, relajación o despreocupación. Segundo, cambiando el término “marco mental” por el de clima humorístico. Pienso que este Último término es más interactivo, más interpersonal y comunicativo. Para mí, el término clima humorístico es equivalente al de temple. Y a su vez, este concepto está muy ligado al de tomo. Tono es la actitud que un autor adopta hacia su material, sea éste literario o cinematográfico. El tono puede ser trágico, serio, humorístico”. (P.36?

Ambas tesis doctorales me brindarán la oportunidad de conocer más de cerca las intenciones de los textos de Cardona Arcila, sus pretensiones y sobre todo lo que provocaba en la opinión pública leer los textos publicados en el periódico ‘El Fuede’.

También es importante destacar la lectura y análisis del contenido de los textos de la autoría de Cardona Arcila publicados en el 'El Fuede', lo que me ha conducido a descubrir sus temas más recurrentes, los personajes de carácter público más mencionados y los hechos más comentados.

Marco Conceptual

En la tesis doctoral escrita por María Rosa Pinto Lobo de la Universidad Complutense de Madrid (España) que lleva como título: La influencia del humor en el proceso de la comunicación, escrita en 1992, hay consignadas una serie de teorías que a continuación expongo y me dan el soporte necesario para el desarrollo óptimo de mi actual tesis de grado:

Teoría sobre el clima de humorístico y sobre la risa, donde la autora expone que el humor y el reír han sido considerados buenos para el cuerpo porque establece la homeostasis, estabiliza la presión sanguínea, masajea los órganos vitales, estimula la circulación, facilita la digestión, relaja el sistema y produce un sentimiento de bien-estar.

Teoría de la liberación, el desazogo y el alivio. El humor tiene también unas funciones de liberación del exceso de tensión y de desahogo.

Teoría sobre la relación de la risa. La risa acompaña a la experiencia humorística y es una manifestación o expresión de ésta. El humor es el único dominio de la actividad creativa donde el estímulo en un alto nivel de complejidad origina una respuesta masiva e inteligentemente definida en el nivel del reflejo. La risa puede venir de una reacción a cualquier tipo de estado emocional.

Teorías sobre la relación entre reír y sonreír. Risa y sonrisa han sido vistas como manifestación de un mismo fenómeno. Risa y

sonrisa obedecen a un mismo proceso. La risa nos llega desde la depresión mientras la sonrisa es la expresión natural de la satisfacción. La risa es fea mientras la sonrisa es hermosa.

Teorías sobre las categorías del placer y de la risa. Una variación en las teorías de las reacciones emocionales que está centrada en la cuestión de qué viene primero, si el placer o la risa. La risa como la expresión pública de un estado de placer ya existente es claramente la posición más presente.

La investigadora habla dentro de estas teorías que la risa no es una expresión de placer como tal, sino más bien un generador de placer. La risa puede evocar placer cuando representa apreciación y aprobación por el grupo.

Teoría sobre el papel de la liberación de la energía nerviosa. Es un tema central para algunos teóricos. La reducción de la tensión a través de la risa ha sido descrita como surgida de la energía reprimida o encerrada y repentinamente liberada en el humor. El escape del exceso de energía para el cuerpo no tiene un uso serio. Los Fundamentos del humor: las ordenaciones categoriales. Si se quiere realizar una tarea científica seria sobre el humor, es indispensable trazar las grandes categorías y subcategorías de esta realidad comunicativa. Sin categorías, no hay fundamentos y sin fundamentos, no hay ciencia. El fundamento del humor es siempre un aspecto particular opuesto a lo serio: el acto, o la persona o cosa afectada, la manera, instrumento empleado, propósito, resultado, tiempo.

En la tesis doctoral escrita por el licenciado José Manuel Gironés Guillen que lleva como título El humor y el rumor como paramensajes informativos: sus efectos sobre el sistema de opinión pública, encontré argumentos teóricos que me ayudan para entender aún más los alcances de la obra periodística de Cardona Arcila

Aspectos como “El proceso dinámico de la formación de lo que

Otto Groth llamaba “nuestro mundo presente” pese a la fulgurante transnacionalización de los intercambios informativos, sigue asentado sobre una estructura social notablemente sólida en cada una de las culturas nacionales”, (P. 32)

En otro de los apartes de este trabajo doctoral, encontré una corriente teórica aplicada por José Luis Martínez Albertos en las Facultades de Ciencias de la Información, en su cátedra de Redacción Periodística, donde presentó el “método Kayser” para la Hemerografía Registral o comparada.

“Kayser partía de una crítica a la atomización de las más primitivas formas del contenidos y reclamaba una consideración de conjunto del medio muy en inca con lo que el estudioso de Otto Groth, Angel Paus Belau, aplicaba en la Universidad de Navarra, en la asignatura de Hemerografía.

Basta fijar los ojos en un periódico -decía- o, mejor todavía, evocar el periódico habitual, para darse cuenta de que el análisis del contenido es del todo insuficiente para responder al objeto que se persigue, que es revelar lo que un periódico ha querido comunicar a sus lectores y presumir la influencia que una lectura normal del periódico ha ejercido en el lector.

De lo que más se impregna el lector -dice- y esto lo sabe muy bien la redacción del periódico, es menos del texto en si, con todas sus características de estilo y disposición de los hechos y de las ideas, que de la forma en que este texto ha sido captado por los ojos del lector y luego registrado en su memoria. Por eso no descuidaremos el estudio de los factores internos que confieren a la información o al artículo un valor peculiar.

Estos factores externos, como la disposición en el periódico, el análisis volumétrico, la presentación ilustrada o no implican para estudiarlos, el conocimiento preciso del conjunto de la estructura del periódico de que dependen. Lo que Kayser llama “personalidad” del periódico y Casastis ‘biograffa técnica’ reúne

datos que, si bien suelen pasar desapercibidos para el público lector, son de un interés extraordinario para el especialista”. (P. 36)

Conclusiones

El trabajo periodístico que hizo Néstor Cardona Arcila –CAN– a través de El Fuede presenta un tendencia clara hacia promover lo cívico con un fuerte sentido de lo irónico desde el humor.

Con ‘El Fuede’, CAN decidió tomar el atajo del humor para hablar de la realidad de una manera menos cruda y directa. Es ese atajo el que le permitió a CAN ser crítico y ser demoledor sin meterse en problemas.

CAN decidió caricaturizar la realidad y desde esa vía del humor se refirió a los vicios, a la clase política, a la doble moral y a la corrupción. Escribir en clave del humor le permitió decir verdades muy profundas que gozaron de buen recibió y del disfrute entre los lectores.

CAN ejerció con inteligencia la actividad del humor a través de El Fuede. Cardona Arcila logró desarrollar esa capacidad que tiene el individuo de trastocar, de transgredir y de encontrar lo paradójico y lo circunstancial en lo más elemental y en los más cotidiano.

Su trabajo permanente está vinculado con una mirada inteligente del mundo. No fue el humor del chiste o el humor ramplón, sino que fue un humor que estuvo relacionado a la ironía, a la transgresión y a la crítica. Siempre tuvo la intención de generar al lector la posibilidad de una sonrisa, de que vea lo paradójico de la vida como algo que está en la vida misma, pero que al ser escrita o al ser dibujada, hay una condensación de eso anómalo y lo extraño que está sucediendo en la sociedad. CAN se dedicó a lo más serio, a hacer humor escrito.

El aporte de ‘El Fuede’ consistió en entregar un periódico que con los años se convirtió en una válvula de escape y se consolidó como un medio de difusión que se salió de los moldes establecidos y se encargó de decir cosas que otros medios, quizá más oficiales no pudieron decir.

Los lectores de ‘El Fuede’ tuvieron en sus manos escritos de humor que fueron una herramienta útil e inteligente, el cual dijo cosas que no se podían decir de otra manera, y a través de ese humor se pudieron mostrar circunstancias sociales y políticas que ofrecieron una mirada a profundidad de lo que es la sociedad de Pereira y buena parte del país.

CAN tuvo el privilegio de caminar la ciudad, de observarla, de estar en el lugar de los hechos y sobre todo de escuchar a las personas que le contaban a él su versión. Él logró narrar a Pereira desde los hechos particulares.

Su trabajo fue penetrante y eficaz. No logró, y no fue su intención, de que rodaran cabezas de políticos y funcionarios, pero con sus escritos logró hacer visible al político de turno cuestionado, y con su pluma logró afectar a ese político del momento.

Como investigador hay que lamentar la escasez para encontrar la veta de la prensa de humor. Ha sido muy difícil hallar los periódicos. No se pueden leer las colecciones completas, las cuales están muy dispersas y esa es una dificultad para hacer una historia de la prensa de humor en Pereira y Colombia.

BIBLIOGRAFÍA

A continuación reseño la bibliografía que he utilizado para atender esta aproximación al trabajo periodístico que propongo:

BARBERO, Jesús Martín y LÓPEZ, de la Roche, Fabio. Cultura y Globalización. Edición: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas, centros de estudios sociales.

Primera edición julio de 1999.

DE LOS RÍOS, Miguel Álvarez, entrevista sobre su relación periodística con CAN. Pereira, junio 10 de 2009

CARDIONA Gutiérrez, Néstor, entrevista con el hijo de CAN. Pereira, mayo 15 de 2009

CARDONA, Fabio, entrevista con hijo de CAN. Pereira, mayo 14 de 2009

GARCÍA, Márquez, Gabriel. Escribir, el oficio más difícil de mundo. Publicación:

Periódico El Tiempo. 1999

GIL MONTOYA, Rigoberto y TARAZONA ACEVEDO, Álvaro. Miguel Álvarez de los

Ríos, forma y estilo del periodismo literario. Bogotá 2008. Impreso en Panamericana

S.A. Bogotá (Colombia) ISBN: 978-958-44-1322-2

GÓMEZ, Gómez Leonidas, entrevista con amigo de CAN. Pereira, marzo 16 de 2009

GRANADA, Pablo. Entrevista con amigo de CAN. Pereira, marzo 17 de 2009

GUTIÉRREZ, Ilián Alfonso, entrevista con amigo de CAN. Pereira, mayo 20 de 2009

HOYOS, Andrés Escribir en un país donde no se lee. Revista Malpensante. Año: junio

2001

HOYOS, Juan José. Escribiendo Historias capítulo: La necesidad

de escribir .Editorial

Universidad de Antioquia. Año 2001.

HOYOS, Juan José. Literatura de urgencia. Editorial Universidad de Antioquia. Año 2001.

LÓPEZ CÁCERES, José Alejandro. Entre la pluma y la pantalla. Reflexiones sobre

literatura, cine y periodismo. Junio de 2005. Impreso en Artes Gráficas de la Universidad del Valle (Colombia). ISBN: 958-670-409-2

KAPUSINSCKI, Ryzsard, Los cínicos no sirven para este oficio. Barcelona (España)

Editorial Anagrama. Año: 2002.

SONTAG, Susan. Artículo: El poder de la Palabra. Revista Melpensante. Febrero 2005

SAMPER, Pizano. Daniel. Escribir no es tan fácil Documento de la Escuela de Periodismo Gabriel García Márquez. Año: 2002

VALLEJO Mejía, Mary Luz, La crónica en Colombia: medio siglo de oro. Imprenta Nacional de Colombia. Año 1997. ISBN 958-18-0156-1. 7.

VILLORO, Juan. La ausencia del cronista. Entrevista. Feria Internacional del Libro. Bogotá. 2008.

4

**CAPÍTULO
CUATRO**

**OBSERVACIÓN DE DISCURSOS
CONTINGENTES DE EMPRESARIOS
DE PEREIRA. UNA MIRADA DESDE LA
COMPLEJIDAD ORGANIZACIONAL
LUHMANNIANA.**

**OBSERVATION OF CONTINGENT
SPEECHES OF ENTREPRENEURS
OF PEREIRA. A LOOK FROM THE
LUHMANNIAN ORGANIZATIONAL
COMPLEXITY.**

Martha Judith Correa Vallejo (Mg.)
Universidad Tecnológica de Pereira
Facultad de Tecnología, Escuela de Tecnología Industrial
majucova@utp.edu.co

Giovanni Arturo López Isaza (Ph. D.)
Universidad Tecnológica de Pereira
Facultad de Tecnología, Escuela de Tecnología Industrial
gali@utp.edu.co

RESUMEN

Las observaciones construidas en el proyecto de investigación que da origen a este producto de investigación, se hicieron a partir de la discusión de sistemas sociales de Niklas Luhmann (teoría de sistemas de tercera generación o teoría de la autoproducción con su concepto medular de autopoiesis). Este capítulo recoge aportes del libro “Interjuego de sueños y realidades en relatos de empresarios”, de los investigadores Vallejo-Correa, López-Isaza y Cubillos-Arcila (2019), quienes requirieron en el tratamiento de los discursos de 7 empresarios grabados en las entrevistas, en su proceso de transcripción, procesamiento y codificación, del software NVivo, versión 11.4.3 (2084) para Mac OSX.

En la fase uno, a partir de una distinción de nueve categorías de nodos o variables, distinguidas como:

“conflicto”, “decisiones”, “elementos portadores de confianza”, “elementos que dan sentido a las decisiones”, “estados”, “formas de desarrollo empresarial”, “premisas de decisión”, “presente” y “sucesos”,

que ejercieron como agrupadoras de elementos que funcionan contingentemente como premisas de decisión, emergieron cuarenta y cuatro premisas, las cuales cotematizan la selección de su relación con otras que serán también premisas de decisión, al ser decisiones que fungirán como tales, otorgando sentidos comunicativos, con pretensiones de unidad de sentido, a las formas de desarrollo empresarial de los empresarios entrevistados.

En la fase dos, a partir de las cuarenta y cuatro premisas de decisión y observando los nodos comparados por número de referencias de codificaciones, se obtuvieron los valores de fuerza de prominencia de acuerdo al número de referencias codificadas. En la tercera fase se describió cómo las decisiones que toman los empresarios entrevistados, y desde una perspectiva de

complejización sistémica luhmanniana, tienen en su origen una doble causalidad sistémica, al emerger tanto del sistema psíquico como en el seno de la sociedad, más concretamente en el de los sistemas sociales organizacionales empresariales, al ser las decisiones comunicaciones realizadas, que al serlo constituyen al sistema social sociedad. Vale recordar que ambos sistemas: psíquico y sociedad se encuentran acoplados estructuralmente, es decir se suponen mutuamente. En esta fase se distinguieron las siguientes pautas de pautas (metapautas) u observaciones de segundo orden:

“Construcción de futuro”, “Desafiantes-tenacidad-persistencia-insistencia” o “Irritación permanente como constitutiva de estado de confort”.

La “construcción de futuro” emergió a partir del lenguaje “conflicto”, que a su vez surge en la relación ensayo error, significando para quien lo sabe ver una oportunidad de cambio y aprendizaje, pero también un equivalente funcional para el lenguaje “construcción”. El conflicto, como irritación o perturbación, funge como carga para las decisiones, con su propiedad de movilizar y estimular las operaciones autopoieticas de los sistemas psíquicos (pensamientos que se traducen en decisiones) y sociales (comunicaciones como decisiones).

Se enaltece la capacidad de persistencia, insistencia y tenacidad que subyace en la personalidad de cada uno de estos empresarios. Es indudable que sin esta cualidad no podrían llegar a alcanzar sus metas. Por otro lado persiguen objetivos con ahínco, buscan caminos distintos apuntando a la eficacia, así mismo desarrollan agudeza dada por la experiencia, para detectar oportunidades. En este tránsito ganan confianza en sí mismos, intuyen el valor de la paciencia y lo combinan con renunciaciones temporales, con el fin de conseguir sus propósitos.

Palabras Claves:

1. Sociología organizacional 2. Cibernética – Aspectos sociales 3. Análisis de sistemas 4. Toma de decisiones 5. Inteligencia social

ABSTRACT

The observations constructed in this research project were made from the discussion of social systems by Niklas Luhmann (third generation systems theory or self-production theory with its core concept of autopoiesis). This chapter includes contributions from the book “Interplay of dreams and realities in business stories”, by researchers Vallejo-Correa, López-Isaza and Cubillos-Arcila (2019), who required the treatment of the speeches of 7 entrepreneurs recorded in the interviews, in its process of transcription, processing and coding, of NVivo software, version 11.4.3 (2084) for Mac OSX.

In phase 1, from a distinction of nine categories of nodes or variables, distinguished as:

“Conflict”, “decisions”, “trust-bearing elements”, “elements that give meaning to decisions”, “states”, “forms of business development”, “decision premises”, “present” and “events”,

that exercised as groupers of elements that function contingently as decision premises, forty-four premises emerged, which collate the selection of their relationship with others that will also be decision premises, being decisions that will function as such, granting communicative senses, with claims of unity of meaning, to the forms of business development of the interviewed entrepreneurs.

In phase 2, from the forty-four decision premises and observing the nodes compared by number of coding references, the prominence force values were obtained according to the number of coded references. In the third phase, it was described how the decisions taken by the interviewed entrepreneurs, and from a perspective of Luhmannian systemic complexity, originate in a double systemic causality, as they emerge from both the psychic system and within

society, more specifically in the corporate organizational social systems, being the communications decisions made, that being constituted to the social system society. It is worth remembering that both systems: psychic and society are structurally coupled, that is, they assume each other. In this phase, the following guidelines of guidelines (meta-guidelines) or second-order observations were distinguished:

“Construction of the future”, “Challenging-tenacity-persistence-insistence” or “Permanent irritation as constituting a state of comfort”.

The “construction of the future” emerged from the language “conflicto”, which in turn arises in the relationship trial error, meaning for those who know how to see an opportunity for change and learning, but also a functional equivalent for the language “construction”. Conflict, such as irritation or disturbance, serves as a burden for decisions, with its property of mobilizing and stimulating the autopoietic operations of psychic systems (thoughts that translate into decisions) and social (communications as decisions).

The capacity of persistence, insistence and tenacity that underlies the personality of each of these entrepreneurs is exalted. There is no doubt that without this quality they could not reach their goals. On the other hand, they are pursuing goals, they are looking for different paths aimed at efficiency, they also develop sharpness given by experience, to detect opportunities. In this transit they gain self-confidence, intuit the value of patience and combine it with temporary renunciations, in order to achieve their purposes.

Keywords

1. Organizational sociology 2. Cybernetics - Social aspects 3. Systems analysis 4. Decision making 5. Social intelligence

INTRODUCCIÓN.

Siguiendo a Bateson (2011) es posible hacer por lo menos dos indicaciones, la primera que la ciencia es “Una manera de percibir y de conferir “sentido” a nuestros preceptos” (pp. 40-41), y la segunda que la argumentación de este trabajo solo puede convencer al lector en tanto lo que indica se adecúe a lo que él sabe, como observador que es, a partir de su estatura intelectual y teórica, como también a su disposición para distinguir que lo observado también es contingente y que lo que se pretende comunicar implica un contexto que le confiere significado que probabiliza la distinción de metapautas, es decir de pautas de pautas, de pautas que conectan, en la medida en que para construir conexiones, las personas “piensan en términos de historias” (p. 24). En línea con lo anterior “La objetividad no debe ser comprendida como adecuación al objeto, sino como adecuación a un conjunto de criterios de validación aprobados por una comunidad de observadores” (Rodríguez, 2016, p. 28).

Teniendo en cuenta que las anteriores intelecciones se encuentran implicadas en la construcción y presentación de este trabajo, en la primera parte se exponen elementos cognitivos para comprender la complejidad, la complejización del proceso de observación de organizaciones y la función e importancia de sistematizar.

En la segunda parte se indica el proceso que implicó la estética del procedimiento a través de tres fases: en la primera, la distinción de los sentidos comunicativos que revelan las formas de desarrollo empresarial en los discursos de los empresarios entrevistados; en la segunda, la identificación de los equivalentes funcionales en tales discursos; y, en la tercera, la emergencia de los equivalentes funcionales de los equivalentes funcionales, es decir se indican pautas de pautas (metapautas) u observaciones de segundo orden, como lenguaje discursivo desde el proceso sistémico complejo luhmanniano, al igual que se identifica la doble causalidad sistémica de las decisiones de estos empresarios. Tales observaciones de segundo orden, permitieron la emergencia de los equivalentes funcionales de los equivalentes funcionales:

“Construcción de futuro”, “Desafiantes-tenacidad-persistencia-insistencia” o “Irritación permanente como constitutiva de estado de confort”.

Por último, en la parte tres se exponen una discusión y unas observaciones finales que implican consideraciones a partir de las metapautas anteriormente indicadas.

PRIMERA PARTE: COMPLEJIDAD, CONSIDERACIONES CONTINGENTES

Esta construcción intelectual se vale de algunos aportes de la complejidad, privilegiando los de Niklas Luhmann, para avanzar en la comprensión de la “complejidad organizacional” y contribuir al edificio descriptivo y teórico en los procesos de observación del fenómeno organizacional. No obstante, y si bien el lente teórico corresponde a la discusión de sistemas sociales de Luhmann, es pertinente indicar los aportes de otros investigadores. Así por ejemplo, De La Rosa Alburquerque, Hernández y Ramírez (2017), llaman la atención en el sentido de distinguir entre los términos “complejidad organizacional” y “complejidad en las organizaciones”, entendido el primero como la complejidad de la organización como un todo, y el segundo como la complejidad propia de cada uno de los múltiples fenómenos organizacionales, independientemente de su relación con otros fenómenos.

Como se dijo este trabajo para tratar la complejidad organizacional, se ubica en la perspectiva de la teoría de sistemas, enmarcada en la discusión de sistemas sociales de Niklas Luhmann, también indicada como de tercera generación, (Iba, 2010, pp. 6613 - 6614), López-Isaza (2016, pp. 44 - 45) y Vallejo-Correa, López-Isaza y Cubillos-Arcila (2019), ver tabla 1.

Tabla 1. Tres generaciones en la teoría de sistemas

Generación	Sistema destacado	Concepto clave	Principales estudiosos (teoría)
1ª	Sistemas de equilibrio dinámico	Homeostasis	W. B. Cannon (Homeostasis). L. Bertalanfy (Teoría General de Sistemas). N. Wiener y W. R. Ashby (Cibernética). T. Parsons (Teoría de los Sistemas Sociales).
2ª	Sistemas fuera del equilibrio dinámico	Autoorganización	I. Prigogine (Estructura Disipativa). M. Eigen (Hiper ciclo). H. Haken (Sinergia).
3ª	Sistemas de autoproducción	Autopoiesis	H. Maturana y F. Varela (autopoiesis). N. Luhmann (teoría de sistemas sociales).

Fuente: Iba, T. (2010, p. 6614). An autopoietic systems theory for creativity. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 6610-6625.

La complejidad es una condición misma en la construcción de un sistema (Luhmann, 2006), el cual surge en la búsqueda de reducción de ella misma, como “unidad de una multiplicidad” que es (p. 101), así que la función e importancia de sistematizar -construcción de un sistema dado- “consiste en la comprensión y reducción de la complejidad” (Luhmann, 2005, p. XIII)

Así al operar en el mundo complejo y desde la complejidad, se tiene que sistema es la unidad de la diferencia entre sí mismo y su entorno, cuyos límites son de sentido y que al observador indicar la relación sistema/entorno, reduce y aumenta la complejidad simultáneamente, distinguiendo entre elementos y relaciones. Aquí es posible señalar que:

- un sistema es complejo “cuando incluye tantos elementos, que ya no puede ser combinado cada elemento, con cada uno de los otros, sino que las relaciones deben producirse selectivamente” (2005, p.14)...en otras palabras, cuando “un aumento aritmético del número de elementos hace aumentar en forma geométrica (según la fórmula $(N^2 - N) / 2$) el número de las posibles relaciones entre ellos, y así con las limitaciones de capacidad dadas en la realidad, se impone rápidamente la selectividad interna. Los elementos ya no están entonces determinados solo por su número y por su característica común (por ejemplo: átomos, células,

acciones), sino además de eso, calificados diferencialmente de acuerdo con la relación en que se encuentran con respecto de los elementos del sistema” (2005, pp- 14-15).

Para Luhmann (2010):

- La organización: se caracteriza por poner condiciones que deben ser aceptadas por quienes desean pertenecer a ella como miembros. Toda organización surge en el interior de la sociedad y tiene un entorno social constituido por las comunicaciones que no son parte de ella. Es el único sistema social capaz de comunicarse con su entorno. Pero la sociedad no sólo está en el entorno de las organizaciones, también es parte de ellas, porque cada vez que un jefe indica algo a un subordinado, se produce una comunicación, que aporta tanto a la autopoiesis de la organización, como a la autopoiesis de la sociedad (pp. 16-17).

Los sistemas sociales organizacionales realizan su autopoiesis a través de comunicaciones que se manifiestan como decisiones, se constituyen por “decisiones y atán decisiones mutuamente entre sí” (Luhmann 2006, p. 14), tematizándose tales decisiones como sucesos contingentes e identificándose en el entramado de sus propias decisiones; “una organización, siempre es, en cuanto respuesta a problemas nuevamente impulsados, sólo una disposición sobre medios –una actividad decisora- es decir, sólo una organización” (p. 62).

Ante las limitaciones que distinguen, las expectativas orientan en las personas, la constitución de sistemas sociales organizacionales, a partir de operaciones decisionales como disposiciones de medios, para responder a situaciones problematizadas a partir de restricciones u oportunidades para aprovechar tales posibilidades (López-Isaza, 2016), sin que esto implique que estos sistemas organizacionales solo se hagan cargo de dichas situaciones problematizadas, pues ellos producen también los problemas que los constituyen, posibilitando nuevas expectativas o densificando

a través de comunicaciones de decisiones, nuevas realidades en las que se indican prestaciones que antes no se distinguían, pero que al ser observadas se vuelven imprescindibles para los observadores que las observan, construyendo también de esta manera sus propios entornos. Como dice Arnold-Cathalifaud (2014, p. 38) “las organizaciones constituyen los mundos que las favorecen”.

A continuación se presenta sucintamente la estética del procedimiento que permitió la observación de discursos contingentes de los empresarios entrevistados.

SEGUNDA PARTE: ESTÉTICA DEL PROCEDIMIENTO

En la realización de la investigación se consideraron también los aportes de Eisenhardt (1989) que indican que no es conveniente construir una muestra, a través de la selección al azar de los sistemas organizacionales a observar, sugiriendo tomar casos específicos con características extremas, de forma que permita replicar la teoría emergente. Así se seleccionará una muestra teórica, que según Martínez (2006), se debe preferir en los estudios de casos, en vez de la muestra representativa que normalmente se toma para la investigación de una población. En este orden de ideas, el número de los sistemas sociales organizacionales empresariales a observar, se determinó a partir de los constructos propuestos por Eisenhardt (1989), quien afirma que “mientras no existe un número ideal de casos, con un rango entre cuatro y diez casos se trabaja bien. Con menos de cuatro casos, es difícil generar teoría con mucha complejidad, y es empíricamente inconveniente” (p. 545).

Los parámetros para la selección de los sistemas sociales organizacionales empresariales se pueden observar en la Tabla 2. La pregunta de investigación fue: ¿Cuáles fueron las decisiones que decidieron los creadores de empresa al momento de constituir su empresa en la ciudad de Pereira, o en su cercanía inmediata, y cuáles las decisiones que han permitido su perdurabilidad?

Tabla 2. Parámetros para la selección de sistemas sociales organizacionales empresariales

CRITERIO	ARGUMENTO
La empresa debe tener mínimo diez años de funcionamiento.	Da idea de consistencia de perdurabilidad.
El empresario entrevistado debe ser el fundador.	Da coherencia con respecto a la pregunta de investigación.
Las empresas deben estar establecidas preferentemente en la ciudad de Pereira.	Da coherencia con respecto a la pregunta de investigación.
Las empresas deben estar registradas preferentemente en la Cámara de Comercio de Pereira.	Define la formalidad de la empresa.

Fuente: Elaboración propia

Considerando estos criterios, se logró cumplir con los objetivos del proyecto de investigación origen de este libro. Tales objetivos dicen:

Objetivo general

Complejizar el proceso de decisiones que deciden en los empresarios la creación y la perdurabilidad de las empresas.

Objetivos específicos

1. Distinguir sentidos comunicativos que revelen formas de desarrollo empresarial.
2. Identificar equivalentes funcionales a partir de los discursos de los empresarios dueños de las empresas observadas.
3. Proponer en el lenguaje discursivo de las decisiones empresariales una mirada de proceso sistémico complejo luhmanniana.

A continuación se presentan las diferentes fases que permitieron lograr estos objetivos:

En la fase 1, a partir de una distinción de las nueve categorías de nodos o variables, distinguidas como:

“conflicto”, “decisiones”, “elementos portadores de confianza”, “elementos que dan sentido a las decisiones”, “estados”, “formas de desarrollo empresarial”, “premisas de decisión”, “presente” y “sucesos”,

que ejercieron como agrupadoras de elementos que fungen contingentemente como premisas de decisión, emergieron cuarenta y cuatro premisas de decisión. Tales premisas de decisión cotematizan la selección de su relación con otras que serán también premisas de decisión, al ser decisiones que fungirán como tales, otorgando sentidos comunicativos, con pretensiones de unidad de sentido, a las formas de desarrollo empresarial de los empresarios entrevistados. Estos contenidos de sentido confieren coordinación, no solo entre los diferentes sistemas psíquicos, sino también entre los sistemas sociales organizacionales empresariales, tanto en su entorno interno como externo.

Es necesario recordar que se puede describir el decidir como “conversión de incertidumbre en riesgo” (Luhmann, 2005, p. 10) y junto con esto que en el proceso de absorción de incertidumbre “se unen decisiones a decisiones, pero no cada decisión con cada una de las demás del sistema” (Luhmann, 2010, p. 229), pues implican en tal proceso selectividad, así las organizaciones son “sistemas sociales que transforman incertidumbre en certidumbre, en un mundo intransparente para ellas” (p. 254), y “mediante la instalación de premisas decisionales y su ajuste continuo, se establece un marco en el cual una organización puede construir un mundo, procesar informaciones y transformar de nueva forma la incertidumbre en certidumbre”(p. 278).

En la fase 2, a partir de las cuarenta y cuatro premisas de decisión distinguidas, como contenidos que otorgan sentidos comunicativos a las formas de desarrollo empresarial de los empresarios entrevistados y observando los nodos comparados por número de referencias de codificaciones, se obtuvieron los valores de fuerza de prominencia de acuerdo al número de referencias codificadas. Con base en el número de empresas observadas, a través de los

discursos contingentes de los empresarios entrevistados, se obtuvo el peso relativo de las empresas que distinguieron tales premisas de decisión. En este proceso emergió entre las premisas de decisión, distinguidas en el discurso de los empresarios como equivalente funcional, por el valor de su fuerza de prominencia, la premisa de decisión “Mirada de otredad (la ciudad, los actores sinérgicos empresariales, banca, Estado, ejemplo familiar y social (visionarios de oportunidades para generar y satisfacer deseos))”, con una mayor prominencia de 68.18% (30/44). Aquí es importante tener en cuenta que en la supervivencia, conservación y perdurabilidad de las organizaciones, entran en juego dos procesos contrastantes que permiten realizar acciones adaptativas. Tales procesos deben siempre, como Jano, otear en dos direcciones: hacia el interior del sistema social organizacional empresarial, como también hacia su entorno, con pretensiones de observación, de construcción de distinciones e indicaciones que nutran el proceso de toma de decisiones.

Es relevante considerar que las premisas de decisión “son el equivalente funcional de la codificación de los sistemas funcionales” (Luhmann, 2010, p. 279), pues tales premisas constituyen:

conglomerados de decisión finalmente binarias –ésta y no otra persona, esta competencia y ninguna otra. Pero a diferencia de los códigos de los sistemas funcionales, ellas son modificables aunque solo en adecuación autorreferencial permanente a lo que no está a disposición en el momento (p. 279).

En la tercera fase se describió cómo las decisiones que toman los empresarios entrevistados, y desde una perspectiva de complejización sistémica luhmanniana, tienen en su origen una doble causalidad sistémica, al emerger tanto del sistema psíquico como en el seno de la sociedad, más concretamente en el de los sistemas sociales organizacionales empresariales, al ser las decisiones comunicaciones realizadas, que al serlo se constituyen al sistema social sociedad. Vale recordar que ambos sistemas: psíquico y sociedad se encuentran acoplados estructuralmente, es

decir se suponen mutuamente.

En esta fase se distinguieron, considerando los dos grupos que sobresalieron porque sus premisas de decisión funcionaron como equivalente funcionales, para el 100.00% (7/7) y para el 85.71% (6/7) en el discurso de los empresarios entrevistados, respectivamente, pautas de pautas, u observaciones de segundo orden, en tales equivalentes funcionales. Estas metapautas son:

“Construcción de futuro”, “Desafiantes-tenacidad-persistencia-insistencia” o “Irritación permanente como constitutiva de estado de confort”.

La “construcción de futuro” emergió a partir del lenguaje “conflicto”, que a su vez emerge como equivalente funcional para el lenguaje “construcción”. El conflicto, como irritación o perturbación, funge como carga para las decisiones, con su propiedad de movilizar y estimular las operaciones autopoieticas de los sistemas psíquicos (pensamientos que se traducen en decisiones) y sociales (comunicaciones como decisiones).

En los sistemas sociales organizacionales, y por su puesto en los empresariales, como autopoieticos que son, las decisiones son orientadas por otras decisiones, y de una forma más abstracta, a nivel de coordinación organizadora, las premisas de decisión son orientadas por otras premisas de decisión (Luhmann, 2010), así “la incertidumbre se produce por el hecho de que las decisiones sirven para convocar otras decisiones” (Luhmann, 2010, p. 221), pero es de anotar que tales decisiones también sirven para absorber incertidumbre. En este proceso continuo de absorción y generación de incertidumbre, la irritabilidad organizacional se mantiene y se cuida, pues “la irritación es reproducción de incertidumbre” (p. 258)...es “regeneración de incertidumbre a partir de estímulos particulares” (p. 259), es decir:

es reproducción de una mezcla de orientación a las expectativas

del sistema determinadas estructuralmente y percepción de exigencias de nuevo tipo, una mezcla por lo tanto de autorreferencia y heterorreferencia apoyada en las respectivas situaciones...La irritación vale porque obliga decidir (p. 259)

A partir de la anterior cartografía, presentamos a continuación unas observaciones finales.

TERCERA PARTE: DISCUSIÓN Y OBSERVACIONES FINALES

A través de un proceso, que implicó una serie de movimientos intelectuales espiralados, como también un andamiaje teórico metodológico construido, a partir de la discusión de sistemas sociales luhmanniana, emergieron como equivalentes funcionales de equivalentes funcionales, o pauta de pautas (metapautas) u observaciones de segundo orden, los lenguajes:

“Construcción de futuro”, “Desafiantes-tenacidad-persistencia-insistencia” o “Irritación permanente como constitutiva de estado de confort”.

Estos lenguajes implican relaciones en las que los sucesos comunicativos vinculan decisiones a decisiones, de manera que la dinámica organizacional autopoietica, se hace posible a través de la producción de decisiones a partir de decisiones, constituyendo premisas de decisión precisamente a partir de regulaciones realizadas de manera general.

Se enaltece la capacidad de persistencia, insistencia y tenacidad que subyace en la personalidad de cada uno de estos empresarios. Es indudable que sin esta cualidad no podrían llegar a alcanzar sus metas. Por otro lado persiguen objetivos con ahínco, buscan caminos distintos apuntando a la eficacia, así mismo desarrollan agudeza dada por la experiencia, para detectar oportunidades. En este tránsito ganan confianza en sí mismos, intuyen el valor de la paciencia y lo combinan con renuncias temporales, con el fin de conseguir sus propósitos.

Las anteriores distinciones, como expresión de la racionalidad sistémica de los investigadores del proyecto que permitió este trabajo, surgen a partir de la inevitable selectividad contingente, que implicó el ejercicio del sentido para tratar de reducir complejidad, teniendo claridad de que al hacerlo, también se aumenta tal complejidad. Este proceso implicó el tratamiento de los discursos construidos en la entrevistas realizadas a los empresarios, con el software NVivo, versión 11.4.3 (2084) para Mac OSX, a través del cual se obtuvieron cuarenta y cuatro premisas de decisión, constituyentes de contenidos de sentidos comunicativos de formas de desarrollo empresarial, las cuales fueron indicadas por los empresarios así: Ámbar indicó 35 nodos o premisas de decisión, Lísimaco 32, Juancamole 27, Muranos 23, JMMaderas 21, MariaE 18 y Atuendos 17.

De las cuarenta y cuatro premisas de decisión arriba referidas, emergieron para el 100.00% (7/7) de los empresarios entrevistados, como equivalentes funcionales, los siguientes:

“El conflicto emerge en la relación ensayo error y quien lo sabe ver lo convierte en oportunidad de cambio y aprendizaje”, “Mirada de otredad (la ciudad, los actores sinérgicos empresariales, banca, Estado, ejemplo familiar y social (visionarios de oportunidades para generar y satisfacer deseos))”, “Relación formación administrativa y técnica, realización de vigilancia e inteligencia” Y parar el 85.71% (6/7) los equivalentes funcionales siguientes:

“Adopción y adaptación de mejores prácticas empresariales”, “Intuición ilustrada”, “Conscientes de incorporación de procesos administrativos, más fundamentados profesionalmente, posicionamiento progresivo de la marca”, “Vigilancia Inteligencia”, “Capacidad administrativa”, “Han aprendido a tomar decisiones profesionalmente asesoradas vs decisiones desde lo emocional y empírico”

El reconocimiento de la “Mirada de otredad (la ciudad, los actores sinérgicos empresariales, banca, Estado, ejemplo familiar y social (visionarios de oportunidades para generar y satisfacer deseos))”, como equivalente funcional con mayor fuerza de prominencia 68.18% (30/44) para el 100.00% (7/7) de los empresarios entrevistados, podría ser traducido como una indicación de la alta valoración que se le otorga a la diferencia sistema/entorno y con ello, la implicación del reconocimiento de la posibilidad de disonancia y distinción de posibles conductas anómalas o de posibles contradicciones, que se concretan en la emergencia de conflictos. En igual sentido, la “realización de vigilancia e inteligencia” implica la otredad, la distinción de la diferencia sistema/entorno, pues se monitorea “lo otro” y “se establece relaciones con lo otro”, significando una posible propensión para el cambio, con perspectivas de construcción de perdurabilidad y de futuro organizacional. Se debe tener en cuenta que en el reconocimiento de la otredad, de la diferencia sistema/entorno y de la práctica de vigilancia e inteligencia, se encuentran involucrados procesos de trazados de límites de sentido, los cuales permiten la producción y reproducción de la propia identidad organizacional, la cual a su vez implica una construcción de su propia representación de su entorno, en atención a lo que ha marcado –y no marcado- con sus distinciones, en el proceso de diferenciación del mismo. Es en este sentido que un sistema organizacional consta de una mayor o menor cantidad de diferencias operativamente utilizables entre él y su entorno. Este proceso, observado así, se puede traducir como condición de posibilidad de tantos entornos y cartografías de entornos, como organizaciones se puedan distinguir e indicar.

En este ejercicio de observación del discurso, de los empresarios entrevistados, mediada por la complejidad organizacional luhmanniana y la complejización del proceso de decisiones de tales empresarios, también fue posible construir la distinción de la doble causalidad sistémica que se encuentra en el origen de sus decisiones, al ser estas decisiones provenientes de las iniciativas comunicadas por tales empresarios (a través de sus sistemas

psíquicos), que al ser comunicadas, emergen en el seno de los sistemas sociales organizacionales empresariales pertenecientes a dichos empresarios (Vallejo-Correa, López-Isaza y Cubillos-Arcila, 2019) (ver Figura 1).

Finalmente, consideramos pertinente mencionar dos aspectos importantes: el primero consiste en llamar la atención frente a la posición central, que fungen los investigadores observadores, en el proceso de construcción y selección de información en este capítulo resultado de investigación, pues al hacer uso de sus esquemas de distinción, configuran lo observado como distinto de su fondo, a la vez que lo perteneciente como separado de lo no perteneciente, construyendo contingentemente lo aquí presentado, desde la selectividad impuesta por tales esquemas de distinción.

El segundo aspecto hace referencia a la oportunidad que significa el edificio teórico luhmanniano como músculo robusto y promisorio, para realizar investigaciones empíricas en el universo de los líderes de organizaciones y de ellas mismas, en el entramado empresarial y organizacional colombiano. Un ejercicio investigativo que se debe hacer con la rigurosidad necesaria para adquirir dominio de la teoría, para tratarla con respeto, pero también con irreverencia, en el sentido de ejercer un pensamiento crítico, extrañándola después de otear sus profundas y elevadas abstracciones, para que en algún momento sea alcanzada una independencia teórica, con posibilidades de enfrentar la importación acrítica de teorías allende las fronteras de Colombia. Recordemos que una teoría nos permite comprender “el por qué” y que su adecuado dominio nos permite lograr diagnósticos rigurosos, pertinentes y en contexto.

Figura 1. Doble causalidad sistémica de una decisión



Referencias bibliográficas

Arnold-Cathalifaud, M. (2014). Imágenes de la complejidad: la organización de las organizaciones. En: Arnold, M., Cadenas, H. Y Urquiza, A. (Eds.) (2014). La organización de las organizaciones sociales. Aplicaciones desde perspectivas sistémicas. pp. 21-53. Santiago: Ril editores.

Bateson, G. (2011). Espíritu y naturaleza. Buenos Aires: Amorrortu editores.

Correa-Vallejo, M. J., López-Isaza, G. A. y Cubillos-Arcila, E. A. (2019). Interjuego de sueños y realidades en relatos de empresarios. Pereira: Editorial Universidad Tecnológica de Pereira.

De La Rosa Alburquerque, A., Hernández, A. y Ramírez, G. (2017). 5.2 de la aplicación de las ciencias de la complejidad en el estudio de las organizaciones, al estudio de la complejidad organizacional. En: Clegg, S., Hardy, C., Lawrence, T. y Nord, W.; Ramírez, G. y Gonzales-Miranda, D. R. (Eds.). Tratado de estudios organizacionales. Volumen 1. Teorización sobre el campo. pp. 395-425. Medellín: Editorial EAFIT, Universidad Autónoma Metropolitana, Red Mexicana de Investigadores en Estudios Organizacionales, SAGE.

Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.

Iba, T. (2010). An autopoietic systems theory for creativity. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 6610-6625.

López-Isaza, G. A. (2016). Innovación. Trama de decisiones. Pereira: Editorial Universidad Tecnológica de Pereira.

Luhmann, N. (2010). Organización y decisión. México: Editorial Herder – Universidad Iberoamericana, A. C.

Luhmann, N. (2006). La sociedad de la sociedad. México: Editorial Herder – Universidad Iberoamericana, A. C.

Luhmann, N. (2005). Organización y decisión, autopoiesis, acción y entendimiento. España: Anthropos Editorial.

Martínez, P. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y gestión*, 20, 165-193.

Rodríguez, D. (2016). Diagnóstico organizacional. Bogotá: Ediciones Universidad Católica de Chile – Alfaomega.

5

CAPÍTULO
CINCO

**Diagnóstico de movilidad y mapa de
riesgo en la Avenida del Ferrocarril de la
ciudad de Pereira en el sentido Pereira –
Dosquebradas, entre el tramo de las calles
16 y 11**

**Mobility diagnosis and risk map on
the Avenida del Ferrocarril of the city
of Pereira in the direction Pereira -
Dosquebradas, between the section of
streets 16 and 11**

Adán Silvestre Gutiérrez
Universidad Libre Seccional Pereira
adan.silvestreg@unilibre.edu.co

Daniel Aristizábal Torres
Universidad Libre Seccional Pereira
daniel.aristizabalt@unilibre.edu.co

Orlando Steven Castro Vidal
Estudiante Universidad Libre Seccional Pereira

Juan Kamilo Gutiérrez Ballén
Estudiante Universidad Libre Seccional Pereira

Adrián Felipe Mesa Soto
Estudiante Universidad Libre Seccional Pereira

RESUMEN

El tramo de estudio en la Avenida del Ferrocarril, está rodeado de diferentes factores que lo han convertido en un verdadero caos de movilidad, entre estos se destacan: saturación vehicular en horas picos, que ocasionan una reducción significativa de la velocidad que no permite una circulación regular de los vehículos, tránsito de transporte pesado de carga sin ninguna regulación y control aparente por parte de las autoridades, deterioro físico y estructural en el pavimento.

Esto se puede atribuir a que por la Avenida del Ferrocarril transitan a lo largo del día aproximadamente 62 mil vehículos en sus dos sentidos, cifra que se obtiene del dato de los vehículos que cruzan diariamente el Viaducto Cesar Gaviria Trujillo según datos de INVIAS, siendo un tráfico de los más altos del país. Cifra que se relaciona directamente con la movilidad de la avenida por ser esta el conector vial Pereira – Dosquebradas en sentido sur norte.

Como resultado de estos factores al que está sometido una vía de estos niveles de tráfico, es hoy el notorio deterioro físico y estructural en el pavimento, lo cual trae consigo consecuencias que impiden un buen flujo vehicular y peatonal en el sector, otros hechos que impactan negativamente en la movilidad son las condiciones de hacinamientos humanos de indigentes y unidades de comercio no organizados de mercancías usadas y robadas

Ante estos hechos, es relevante identificar las diferentes problemáticas de esta vía, para lograr plantear soluciones óptimas, de forma que se satisfaga de la mejor manera la demanda de usuarios (vehículos y peatones) que por allí transitan, buscando siempre que exista un comportamiento armónico entre estos.

El panorama de la Avenida del Ferrocarril de la ciudad de Pereira necesita una intervención desde diferentes aspectos, que

conduzcan a una reestructuración de la zona en términos de mejoramiento de movilidad, intervención en la infraestructura del pavimento, y otros aspectos de índole social.

Teniendo en cuenta el alcance y proyección de la ingeniería civil, es de gran importancia identificar puntualmente las diferentes problemáticas de esta vía, en términos de movilidad y condiciones de la infraestructura de pavimentos que son dos aspectos que inciden conjuntamente en el diagnóstico realizado por la observación de los investigadores, para lograr plantear soluciones eficientes desde los organismos involucrados a nivel gubernamental y la academia de forma que satisfaga de la mejor manera la demanda de usuarios (vehículos y peatones) que por allí transitan, buscando siempre un comportamiento armónico entre los factores de análisis.

Palabras Claves: movilidad, flujo vehicular, factores de riesgo.

ABSTRACT

The Avenida del Ferrocarril is a vital artery in the mobility of the city of Pereira as a connector with the municipalities of Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal and departments such as Caldas and Antioquia; This means that it becomes a route with a large influx of vehicles, where light transport vehicles, heavy freight transport, intermunicipal passenger transport are identified, and it also has an exclusive lane for mass transport of MEGABUS passengers.

Hence the importance of carrying out a diagnosis of mobility and the risk map on the Avenida del Ferrocarril of the city of Pereira in its direction Pereira - Dosquebradas, between the section of streets 16 and 11.

Three specific objectives are outlined, make a diagnosis of mobility in said section, determine the factors that affect the capacity

and service levels of the Avenida del Ferrocarril de Pereira and propose a plan of solutions to the different mobility problems in that section of the road and that directly affect mobility.

In the first part of the document, counts are made to determine the vehicular flow, and the automobile fleet that transits the road, the maximum volume per hour and the inventory of the traffic signals.

In the second part, capacity and service levels are determined, in addition to the factors that affect them, such as the conditions of the road, traffic, control, intersections of the avenue, height of the bridges, flow of people and traffic are identified social problem presented by the area.

Finally, a solution plan is designed for the risk factors identified in the Avenida del Ferrocarril in the study section, with actions, indicators and actors involved.

Keywords: mobility, vehicular flow, risk factors

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Pereira, no escapa a los problemas de movilidad que se aprecian en cualquier población colombiana con más de 150 o 200 mil habitantes, donde el acelerado crecimiento urbano, pocas soluciones viales nuevas, un desmedido aumento de automotores y la falta de obras de infraestructura viales acordes con el desarrollo de las mismas, por la falta de planificación en el mediano y largo plazo, convierten las vías en verdaderos caos en la movilización.

Este es el caso de la Avenida del Ferrocarril de la ciudad de Pereira, donde su capacidad vial quedo reducida a dos carriles por cada sentido de desplazamiento, después de ceder un carril exclusivo al servicio de transporte masivo MEGABUS, que disminuyó la

capacidad vial, esta entendida como: ...El máximo número de vehículos que puede transitar por un punto o tramo uniforme de una vía en los dos sentidos, en un periodo determinado de tiempo, en las condiciones imperantes de la vía y el tránsito”(HERNÁNDEZ, Jesús M. Alcalde: Pereira necesita un plan maestro de vías. El diario del Otún. Digital, 21 de junio de 2016.)

Esta disminución de capacidad vial, frente a hechos reales como que anualmente ingresan a las calles de Pereira más de 4 mil nuevos vehículos que representan más o menos unos 20 kilómetros de vías si se acomodaran en fila, y donde la Avenida del Ferrocarril es el receptor de los vehículos que ingresan desde Pereira hacia el viaducto Cesar Gaviria Trujillo y como se mencionó antes el cálculo de movilidad es de 62.000 vehículos día, han convertido este tramo vial de la ciudad de Pereira uno de los puntos críticos de movilidad de la ciudad.

La investigación tenía como objetivo realizar un diagnóstico de movilidad y mapa de riesgo en la Avenida del Ferrocarril de la ciudad de Pereira en su sentido Pereira – Dosquebradas, entre el tramo de las calles 16 y 11. Además se enfocó en realizar un análisis del flujo vehicular de la Avenida del Ferrocarril de la ciudad de Pereira en su sentido Pereira – Dosquebradas, entre el tramo de las calles 16 y 11; determinar los factores que afectan la capacidad y los niveles de servicio de la Avenida del Ferrocarril de Pereira, entre las calles 16 y 11 y el planteamiento de un plan de soluciones a las diferentes problemáticas de movilidad que se presentan entre las calles 16 y 11 de la Avenida del Ferrocarril en su sentido Pereira – Dosquebradas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación

La metodología que se emplea para el desarrollo de los objetivos de la investigación es de tipo mixta, la cual tiene en cuenta la parte

cuantitativa y cualitativa, debido a que se busca establecer cuáles son los principales factores que están afectando la movilidad, capacidad y niveles de servicio de la Avenida del Ferrocarril en sentido Sur – Norte, de la ciudad Pereira, entre las calles 16 y 11. La información secundaria se obtiene de la revisión bibliográfica en libros especializados, revistas e internet.

La presente investigación se desarrolló en tres fases, cada una tiene relación directa con los objetivos específicos:

Tabla 1. Fase I. Trabajo de campo

Objetivo 1: Realizar un análisis del flujo vehicular de la Avenida del Ferrocarril de Pereira en su sentido Pereira – Dosquebradas, entre el tramo de las calles 16 y 11
Actividades de investigación
Recolección de información de movilidad: flujo vehicular, inventario de señales de tránsito, identificación del parque automotor

Tabla 2. Fase II. Análisis de los resultados de campo

Objetivo 2: Determinar los factores que afectan la capacidad y los niveles de servicio de la Avenida del Ferrocarril de Pereira, entre las calles 16 y 11
Actividades de investigación
Identificar las causas y los puntos críticos que afectan la movilidad del tramo Avenida del Ferrocarril en su sentido Pereira – Dosquebradas

Tabla 3. Fase III. Sistematización de las soluciones

Objetivo 3: Plantear el plan de soluciones a las diferentes problemáticas de movilidad que se presentan entre las calles 16 y 11 de la Avenida del Ferrocarril en su sentido Pereira – Dosquebradas
Actividades de investigación
Estructurar un plan de soluciones a las problemáticas identificadas.

Para determinar el flujo vehicular en el tramo de las calles 16 y 11 de la Avenida del Ferrocarril de la ciudad de Pereira en su sentido Pereira – Dosquebradas, se realizó un conteo de los diferentes tipos de vehículos que transitan por dicho tramo, clasificados

en buses, autos, motos, articulados, camiones, vehículos 3 ejes y bicicletas.

Se realizaron conteos durante tres días, en tres puntos diferentes, el primero a la altura del sector San José, donde se encuentra la primera intersección, el segundo en la estación de gasolina BIOMAX y el tercer punto en el inicio del viaducto Cesar Gaviria Trujillo a la altura de la Carrera 7ma, en dos horas del día, de las 11:00 a las 14:00 y de las 17:00 a las 20:00, acumulando vehículos cada 15 minutos y registrándolos en los formatos de campo, con las siguientes características

Consolidación resultados flujo vehicular

En la tabla 4 se consolidan los resultados de los dos conteos, en los 3 puntos establecidos y de los tres días de estudio.

En las gráficas 1,2 y 3 se representan los resultados arrojados por la tabla 4

Tabla 4. Consolidación resultados flujo vehicular

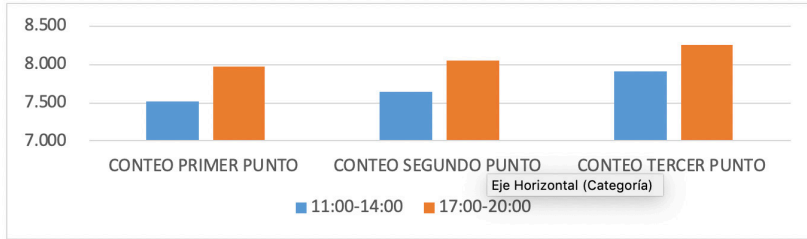
FECHA	Hora: 11:00 a 14:00			Hora 17:00 a 20:00		
	CONTEO PRIMER PUNTO	CONTEO SEGUNDO PUNTO	CONTEO TERCER PUNTO	CONTEO PRIMER PUNTO	CONTEO SEGUNDO PUNTO	CONTEO TERCER PUNTO
Nov. 23	7.510	7.636	7.901	7.966	8.055	8.260
Nov. 24	6.579	7.181	7.502	7.040	6.964	7.098
Nov. 25	9.793	10.552	11.573	8.402	8.437	8.603

Fuente: Los autores

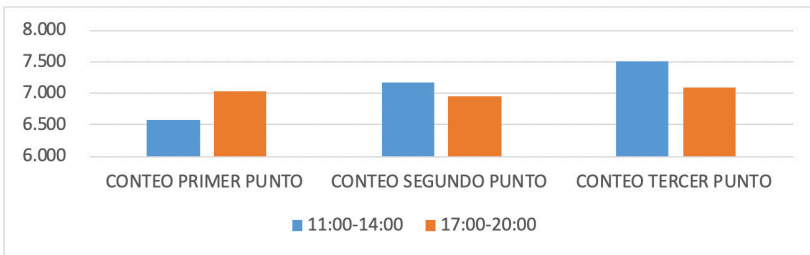
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las gráficas 1-3 se muestran los resultados de los conteos vehiculares realizados.

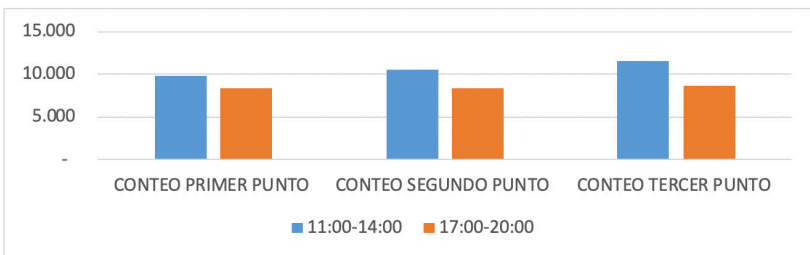
Grafica 1. Flujo vehicular 23 de noviembre de 2016



Grafica 2. Flujo vehicular 24 de noviembre de 2016



Grafica 3. Flujo vehicular 25 de noviembre de 2016



Al analizar los datos por tipo de vehículo que transita, se tiene que en los tres días de medición de las 11:00 a las 14:00 horas y teniendo en cuenta el conteo del punto tres, el vehículo que más transita es el auto, segundo motos, tercero camiones, cuarto buses, quinto bicicletas, sexto articulados y último los vehículos de 3 ejes.

Los viernes tienen el mayor flujo vehicular, frente a los días miércoles y jueves, con aumento de 68%, pasando de 7.091 vehículos el miércoles, 7.502, jueves y 11.573 el viernes.

De las 17:00 a las 20:00 horas se tiene un promedio de flujo vehicular de 7.987, siendo menor en 1.005 vehículos que de las 11:00 a las 14:00 horas.

En el horario de las 17:00 a las 20:00 horas se registra el mismo orden de tránsito por tipo de vehículo, en el caso de automóviles y motos, luego buses, bicicletas cuarto lugar, camiones bajan al quinto lugar, articulados y vehículos de 3 ejes siguen en sexto y séptimo lugar, respectivamente, en este horario se resalta la disminución del número de autos, motos, camiones y vehículo de 3 ejes, y el aumento de buses, articulados y bicicletas.

En los tres días de medición y teniendo en cuenta el conteo del punto tres, se tiene que el vehículo que más transita es el auto, segundo motos, tercero camiones, cuarto buses, quinto bicicletas, sexto articulados y últimos vehículos de 3 ejes.

El 23 de noviembre de 2016 (miércoles), hay mayor flujo vehicular de las 17:00 a las 20:00 horas, representado en el número de autos, motos y un significativo aumento de bicicletas.

El 24 de noviembre de 2016 (jueves), el mayor flujo vehicular es de 11:00 a 14:00 horas, cuando circula un mayor número de autos, motos y camiones, y se presenta aumento de buses y bicicletas de las 17:00 a las 20:00 horas.

El 25 de noviembre (viernes) se presenta un mayor flujo vehicular de 11:00 a 14:00 horas, disminuyendo en 2.970 vehículos de 17:00 a 20:00 horas, cabe anotar que las bicicletas si presentan

un aumento en 125 y los articulados en 6, los otros vehículos disminuyen significativamente para este horario.

Identificación de factores de riesgo de la Avenida del Ferrocarril en su sentido Pereira - Dosquebradas, entre el tramo de las calles 16 y 11

Tabla 5. Identificación de factores de riesgo

FACTOR DE RIESGO	RIESGO	DESCRIPCIÓN	PUNTO CRÍTICO	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	CONTROLES EXISTENTES
Condiciones del tránsito	Alta cantidad de vehículos	Operación lenta y con paradas	Todo el tramo	Colisiones, heridos, muertos	Media	Ninguno
Condiciones del tránsito	Baja capacidad de maniobra para circular	La circulación se consigue forzando un vehículo o al peatón	Todo el tramo	Colisiones, heridos, muertos	Alta	Ninguno
Condiciones del tránsito	Ciclistas sin vía especial	No se cuenta con ciclorruta	Todo el tramo	Colisiones, heridos, muertos	Alta	Ninguno
Condiciones del tránsito	Parqueo de motos sobre la vía	Motos parqueadas esperando ingresar a los talleres	Talleres mecánicos	Colisiones, heridos, muertos	Media	3 señales de prohibido parquear
Condiciones de control	Violación a las paradas de abordaje de pasajeros	Buses intermunicipales paren en la vía para abordaje de pasajeros	Todo el tramo	Colisiones, heridos, muertos	Alta	4 señales de prohibido el abordaje de pasajeros
Intersecciones	Baja visibilidad para acceder a la vía	Colisión en la primera intersección que alimenta la vía	Intersección a la altura del sector San José	Colisiones, heridos, muertos	Alta	Ninguno
Flujo de personas	Irrespeto de zona de cebra por parte del conductor	Conductores no respetan las zonas de cebra	Tres vallas de zonas de cebra	Heridos, muertos	Alta	Ninguna
Flujo de personas	No uso de zona de cebra	Peatones cruzan por cualquier parte de la vía	Todo el tramo	Heridos, muertos	Alta	Ninguna
Problemática social	Cruce de personas intempestivamente	Personadas de las denominadas "ollas" cruzan la vía sin prestar atención al flujo vehicular	Bajo los puentes	Colisiones, heridos, muertos	Alta	Ninguno

Fuente: Los autores

En la Tabla 6 se indica el plan de soluciones a las diferentes problemáticas de movilidad que se presentan entre las calles 6 y 11 de la avenida del ferrocarril en su sentido Pereira – Dosquebradas.

Tabla 6. Plan de soluciones

RIESGO	ACCIONES	INDICADOR	ACTORES INVOLUCRADOS
Alta cantidad de vehículos	Apoyo permanente de guarda de tránsito a la altura del semáforo que permita dar vía, evitando tiempos muertos del semáforo	Nivel de servicio	Instituto Municipal de Tránsito Secretaría de Gobierno
Baja capacidad de maniobra para circular	Apoyo permanente de guarda de tránsito para apoyo en la circulación vehicular	Nivel de servicio	Instituto Municipal de Tránsito Secretaría de Gobierno
Ciclistas sin vía especial	Campañas de concientización para uso de implementos de seguridad por parte de los ciclistas Campañas de concientización para el respeto al ciclista a los conductores	Número de accidentes	Instituto Municipal de Tránsito Secretaría de Gobierno Área Metropolitana Centro Occidente
Parqueo de motos sobre la vía	Comparendos a través de foto multas Concientización a talleres mecánicos Control visual por parte de los guardas de tránsito	Cumplimiento de prohibición	Instituto Municipal de Tránsito Secretaría de Gobierno Talleres mecánicos de la vía
Violación a las paradas de abordaje de pasajeros	Comparendos a través de foto multas Control visual por parte de los guardas de tránsito	Cumplimiento de la prohibición	Instituto Municipal de Tránsito Secretaría de Gobierno
Baja visibilidad para acceder a la vía en algunas intersecciones	Apoyo de guardas de tránsito en las intersecciones donde se tiene poca visibilidad	Nivel de servicio	Instituto Municipal de Tránsito Secretaría de Gobierno
Irrespeto de zona de cebra por parte del conductor	Campañas de concientización a conductores para respetar las zonas de cebras	Uso de zonas de cebras	Instituto Municipal de Tránsito Secretaría de Gobierno Área Metropolitana Centro Occidente
No uso de zona de cebra	Campañas de concientización a peatones para uso de las zonas de cebras	Uso de zonas de cebras	Instituto Municipal de Tránsito Secretaría de Gobierno Área Metropolitana Centro Occidente
Cruce de personas intempestivamente	Intervención social a la zonas problemáticas	Número de accidentes	Secretaría de Desarrollo Social Defensoría del Pueblo

CONCLUSIONES

El punto donde inicia el viaducto Cesar Gaviria Trujillo a la altura de la Carrera 7ma, en la mayoría de las mediciones presenta el flujo vehicular más alto, solo en la medición de 11:30-11:45 se registran más vehículos en el punto uno, concluyendo que las personas buscan vías alternas para llegar al Viaducto, utilizando las intersecciones que se encuentran después de la carrera 11.

El promedio de vehículos que circulan por la Avenida del Ferrocarril, en su sentido Pereira - Dosquebradas, entre el tramo de las calles 16 y 11, de las 11:00 a las 14:00 horas es de 8.992.

El día en la semana de mayor flujo vehicular es el viernes, registrando en el punto donde inicia el viaducto Cesar Gaviria Trujillo a la altura de la Carrera 7ma, entre las 12:15 y las 12:30, 1.335 vehículos, y un total entre las 11:00 a las 14:00 horas de 11.573 vehículos.

La hora donde hay mayor tráfico vehicular es de 12:15 a 12:30, seguido del lapso de las 17:00 a las 19:15, se debe tener en cuenta que la Avenida del Ferrocarril en su sentido Pereira – Dosquebradas, es una de las vías principales por las cuales transitan las personas que trabajan en Pereira, pero viven en Dosquebradas o Santa Rosa de Cabal, y se desplazan a sus casas a la hora del almuerzo y en la tarde de regreso a sus viviendas.

El parque automotor que transita por la Avenida del Ferrocarril de la ciudad de Pereira en su sentido Pereira – Dosquebradas, se clasifica en buses, autos, motos, articulados, camiones, vehículos tres ejes y bicicletas, basados en el día de mayor flujo vehicular, se tiene de un total de 11.573 vehículos, el 49,13% corresponde a automóviles, el 45,27% a motos, el 2,40% a camiones, el 2% a buses, el 0,51% a bicicletas, el 0,47% a los articulados y el 0,22 a vehículos de 3 ejes.

Una condición de tránsito que se encuentra en la vía, son los

talleres mecánicos que están ubicados sobre la misma, algunos de los usuarios parquean sobre la vía, esperando ser atendidos o disminuyen notablemente la velocidad para poder ingresar a la acera.

La Avenida del Ferrocarril en su sentido Pereira – Dosquebradas, entre el tramo de las calles 16 y 11, tiene un total de 13 intersecciones, de las cuales ocho alimentan a la avenida.

El nivel de servicio de la Avenida del Ferrocarril, se clasifica en E y F, en el primero se presenta un funcionamiento en el límite o cerca del límite de su capacidad, la selección de la velocidad es baja, hay poca libertad de maniobra, niveles de comodidad y conveniencia bajos y una circulación normalmente inestable; en el nivel de servicio F es flujo es forzado, la cantidad de tránsito excede la cantidad que puede pasar por la vía, formándose colas y ondas paradas, la circulación es extremadamente inestable.

El plan de soluciones a las diferentes problemáticas de movilidad que se presentan entre las calles 6 y 11 de la Avenida del Ferrocarril en su sentido Pereira – Dosquebradas, requiere de integración de diferentes instituciones como Alcaldía de Pereira, Instituto Municipal de Tránsito y Defensoría del Pueblo, toda vez que plantea soluciones no solo de tránsito sino también sociales.

BIBLIOGRAFÍA

ALARCON B., Raúl. Capacidad vial 1. [En línea] 14 de Noviembre de 2012. [Citado el: 15 de Septiembre de 2016.] <http://es.slideshare.net/alarconbermudez/capacidad-vial-1>.

ALCADÍA BOGOTÁ. Régimen Legal de Bogotá. Decreto Nacional 798 del 2010. [En línea] [Citado el: 10 de Enero de 2017.] <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=20869>.

ALCÁNTARA V. , Eduardo. Análisis de la movilidad urbana, espacio, medio ambiente y equidad . Bogotá : CAF , 2010 .

AREA METROPOLITANA CENTRO OCCIDENTE. Acuerdo Metropolitano 016 de 2011. [En línea] Diciembre de 2011. [Citado el: 2 de Diciembre de 2016.] <http://amco.gov.co/Archivos/Articulos/Documentos/00000438.pdf>.

AREA METROPOLITANA. Plan maestro de movilidad. [En línea] Área Metropolitana, 2012. [Citado el: 30 de Noviembre de 2016.] <http://amco.gov.co/contenido-plan-maestro-movilidad-128.html>.

BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA. Qué es movilidad urbana. [En línea] CAF, 2013. [Citado el: 15 de Febrero de 2017.] <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2013/08/que-es-movilidad-urbana/?parent=14062>.

BRAVO C., Francisco Xavier. Propuesta de un Plan de Movilidad Sostenible para la Escuela. [En línea] 2014. [Citado el: 17 de Febrero de 2017.] <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7911/9.55.000635.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
CERQUERA, Angela. [En línea] 2007. [Citado el: 1 de Febrero de 2017.] http://www.academia.edu/8303458/CAPACIDAD_Y_NIVELES_DE_SERVICIO_DE_LA_INFRAESTRUCTURA_VIAL.

CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 1083 de 2006. [En línea] Congreso de Colombia, 2006. [Citado el: 15 de Enero de 2017.] <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=20869>.

DANGOND, Claudia, FRANCOIS, Jean y MONTEOLIVA, Alejandra & ROJAS, Fernando. Algunas reflexiones sobre movilidad en Colombia desde la perspectiva del desarrollo humano.. Bogotá : Pap. Polít, 2011, Vol. 16.

DUARTE, Crispiniano. Movilidad urbana: ¿cómo definir un sistema de transporte público colectivo (SITP), en Bogotá, D.C. Colombia. Cuadernos Latinoamericanos de Administración »

Volumen XI , 2015, Vol. 20.

EL TIEMPO. Invías tapó huecos del viaducto César Gaviria de manera provisional. El Tiempo. 17 de septiembre de 2016, pág. Digital.

GUTIERREZ, Andrea. Bogotá: ¿Qué es la movilidad? Bitacora - Universidad Nacional de Colombia, 2012, Vol. 21.

HERNANDEZ, Jesús M. Alcalde: Pereira necesita un plan maestro de vías. El diario del Otún. Digital, 21 de junio de 2016.

MATAIX G., Carmen. Movilidad urbana sostenible un reto energético y ambiental. [En línea] 2010. [Citado el: 15 de Febrero de 2017.] <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0536159.pdf>.

MINISTERIO DE TRANSPORTE . Ley 769 de 2002 . [En línea] [Citado el: 15 de Enero de 2017.] <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=13114>.

PEREIRA COMO VAMOS. Movilidad y espacio público . [En línea] 2016. [Citado el: Diciembre de 1 de 2016.] <http://www.pereiracomovamos.org/es/ieventos/ver/187/pereira-como-vamos-presenta-indicadores-de-movilidad-en-el-concejo-municipal/>.

PEREIRA COMO VAMOS. Pereira como vamos sobre movilidad . [En línea] 2014. [Citado el: 20 de Noviembre de 2016.] http://www.pagegear.co/es/dominios/pcv.pagegear.co/upload/69/2015/pdf/presentacion_pereira_como_vamos__mesa_tecnica_pot.pdf.

QUINCHIA, Víctor. El Diario. Calles pereiranas muy habitadas. Edición electrónica, 2016, <http://www.eldiario.com.co/seccion/LOCAL/calles-pereiranas-muy-habitadas1601.html>.

QUINCHIA, Víctor. La movilidad en Pereira, con nuevo aire. El Diario. Abril, 2016, Vol. 18, Edición Electrónica.

VELASQUEZ, Carmen. Espacio público y movilidad urbana. [En línea] 2015. [Citado el: 16 de Febrero de 2017.] http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/67821/1/01.CVVM_1de5.pdf.

6

CAPÍTULO
SEIS

**Caracterización físico-mecánica de los
agregados pétreos (material de arrastre y
canteras) del municipio de Dosquebradas,
Risaralda, Colombia**

**Physical-mechanical characterization
of stone aggregates (drag and quarry
material) of the municipality of
Dosquebradas, Risaralda, Colombia**

Nombre del Autor: Alejandro Alzate Buitrago

Institución: Universidad Libre seccional Pereira

Email: alejandro.alzateb@unilibre.edu.co

RESUMEN

La explotación y aprovechamiento de agregados pétreos (materiales de préstamo) es uno de los aspectos de mayor interés en la Ingeniería Civil, en virtud a la alta demanda que dichos materiales tienen en la ejecución de obras civiles y de infraestructura lineal. No obstante, la explotación de agregados pétreos trae consigo significativas problemáticas ambientales asociadas a: la profundización del lecho de cauces, retroceso de escarpes ribereños, impactos sobre el paisaje, contaminación de fuentes hídricas y degradación de suelos. La extracción de

material de arrastre (arena y gravas) y canteras (agregados pétreos) se ha ejercido de manera ilegal desde hace más de 50 años en el municipio de Dosquebradas, en las quebradas Dosquebradas, Frailes y Aguazul y las canteras La Cima y La Fría, entre otras. Los actuales sitios de explotación se localizan casi todos en el perímetro urbano del Municipio, transgrediendo el Código de Minas colombiano, a excepción de algunas explotaciones en la cuenca media de la quebrada Agua Azul. El proyecto caracterización físico-mecánica de los agregados pétreos (materiales de arrastre y canteras) del municipio de Dosquebradas, Risaralda, plantea como objetivo principal evaluar físico-mecánicamente los materiales de préstamo de fuentes potenciales para el aprovechamiento de los agregados pétreos y las restricciones ambientales establecidas para tales actividades. Profundizar en tales acciones diagnósticas, permitirá definir los sitios con potencial para la explotación y aprovechamiento de materiales de préstamo, como fuentes de este tipo de materiales en el municipio de Dosquebradas y poder suplir las necesidades de agregados pétreos demandados por el sector de la construcción y el mantenimiento de infraestructura vial en el ámbito local y regional. A partir de tales consideraciones se hace necesario conocer las propiedades físico-mecánicas de los agregados pétreos de las quebradas La Fría, Molinos, Agua Azul, San José y de la cantera Agua Azul, y de esta manera poder estimar la pertinencia de dicha actividad y sus impactos ambientales asociados a través del tiempo. Para tales efectos, se realizaron muestreos periódicos durante seis meses, para evaluar las propiedades de resistencia, desgaste, abrasión, granulometría y forma de los materiales, mediante los ensayos estandarizados para tal fin. Una vez adelantadas tales actividades se determinó que el mejor sitio para la explotación de materiales de arrastre es la quebrada Agua Azul, a pesar de que las vías de acceso, la existencia de infraestructura para el abastecimiento de agua potable y los volúmenes de materiales disponibles limitan su vida útil. En general, el ejercicio investigativo permitió definir la baja disponibilidad de materiales de préstamo, en el municipio de Dosquebradas, para satisfacer las necesidades internas y suplir

de esta manera la demanda de materiales requeridos por los desarrolladores de proyectos urbanísticos y viales.

Palabras claves: Agregados pétreos, materiales de préstamo, cantera, propiedades físicas y mecánicas, impactos ambientales

ABSTRACT

The exploitation of stone aggregates (loan materials) is one of the aspects of greatest interest in Civil Engineering, due to the high demand that such materials have in the execution of civil works and linear infrastructure. However, the exploitation of stone aggregates brings significant environmental problems associated with: the deepening of the bed of river beds, retreat of riverine escarpments, impacts on the landscape, contamination of water sources and soil degradation. The extraction of trawling material (sand and gravels) and quarries (stone aggregates) has been illegally carried out for more than 50 years in the municipality of Dosquebradas, in the Dosquebradas, Frailes and Aguazul streams and the Cima and Fría quarries, among others. The current exploitation sites are located almost all in the urban perimeter of the Municipality, transgressing the Colombian Mining Code, with the exception of some farms in the middle basin of the Agua Azul stream. The physical-mechanical characterization project of the stone aggregates (drag and quarry materials) of the municipality of Dosquebradas, Risaralda, proposes the main objective of physically and mechanically evaluating the loan materials from potential sources for the use of stone aggregates and environmental restrictions established for such activities. To deepen in such diagnostic actions, it will allow to define the sites with potential for the exploitation and exploitation of loan materials, as sources of this type of materials in the municipality of Dosquebradas and to be able to meet the needs of stone aggregates demanded by the construction sector and the maintenance of road infrastructure at the local and regional level. Based on these considerations, it is necessary to know the physical-mechanical properties of the

stone aggregates of the Fría, Molinos, Agua Azul, San José and Agua Azul quarries, and thus be able to estimate the relevance of said activity and its associated environmental impacts over time. For such effects, periodic sampling was carried out for six months, to evaluate the properties of resistance, wear, abrasion, particle size and shape of the materials, by means of standardized tests for this purpose. Once these activities were carried out, it was determined that the best site for the exploitation of trawling materials is the Agua Azul creek, despite the fact that the access roads, the existence of infrastructure for the supply of drinking water and the volumes of available materials limit its useful life. In general, the research exercise allowed defining the low availability of loan materials, in the municipality of Dosquebradas, to meet internal needs and thus meet the demand for materials required by developers of urban and road projects.

Keywords: Stone aggregates, loan materials, quarry, physical and mechanical properties, environmental impacts

INTRODUCCIÓN

El municipio de Dosquebradas se localiza en el sur occidente del departamento de Risaralda y cuenta con una superficie territorial de 70,8 km². Su territorio se enmarca en las cuencas de la quebrada Dosquebradas y los ríos Otún, San José y San Francisco. Históricamente, la explotación de materiales de arrastre y canteras ha sido el sustento económico para muchas familias, aunque la ilegalidad en la actividad extractiva, técnicas de explotación inapropiadas, mínima caracterización de las propiedades físico-mecánicas de los materiales y el desconocimiento de los volúmenes de sedimentación de materiales en la cuenca de la quebrada Dosquebradas y dinámica hidráulica de las corrientes superficiales, ha traído consigo un sinnúmero de impactos ambientales y litigios legales que hacen de tal actividad minera (extractiva) desarrollada en el municipio, una actividad conflictiva, rechazada e insostenible en el tiempo. De hecho, el Código de

Minas colombiano (Ley 685 de 2001) establece que la explotación de materiales de construcción, es prohibida en zonas protegidas y en los perímetros urbanos de cabeceras municipales.

Para el caso particular del municipio de Dosquebradas (CARDER, 2002), se ha registrado históricamente que las áreas de mayor explotación en el lecho de la quebrada Dosquebradas son La Romelia, Tejares, Santa Teresita, Playa Rica, Santa Isabel y Guaduales. En el sector de Santa Teresita se agrupan los trayectos de la Castellana, Siete de Agosto, Primero de Agosto y los Naranjos, los cuales representan el mayor porcentaje de presencia de areneros de toda la Quebrada (43%), en tan solo 450 metros lineales de la misma y que corresponde a la zona de la quebrada Dosquebradas después de la desembocadura de la quebrada La Soledad. De igual forma (CARDER, 2002), en su estudio “Diagnóstico de riesgos ambientales en el municipio de Dosquebradas, Risaralda”, registra que históricamente en el Municipio de Dosquebradas se han explotado dos canteras: La Cima y Molinos. El material extraído se ha usado para afirmado de carreteras.

La explotación de agregados pétreos es considerada por los estudiosos de las ciencias de la tierra y el desarrollo sostenible, como una de las actividades de mayor impacto sobre los ecosistemas. El aprovechamiento de los materiales de arrastre se ha convertido históricamente, en muchas regiones del país en un factor de conflicto ambiental y de planificación territorial cuando esta actividad se desarrolla en los tramos urbanos de los municipios, generando consecuentemente, problemáticas asociadas a la profundización del lecho de los cauces, retroceso de escarpes ribereños, incremento de la actividad erosiva en ambientes fluviales, impactos sobre el paisaje y el aumento de la condición de riesgo de asentamientos humanos localizados en las rondas hídricas. En la actualidad, y producto del auge de los procesos urbanos y de la construcción de grandes infraestructuras que soportan el desarrollo local/regional/nacional, la demanda de materiales de préstamo es cada día más creciente, razón por la cual

los conflictos derivados de tales prácticas, requieren la realización de estudios diagnósticos que posibiliten el conocimiento técnico de las propiedades físico-mecánicas de los materiales explotados en los actuales sitios en donde se desarrollan dichas prácticas y, a su vez, poder definir nuevos sitios de explotación de dichos recursos, sin que ello menoscabe el equilibrio ambiental de las zonas en donde potencialmente se podría desarrollar la explotación de agregados pétreos.

Entalsentido, labúsqueda, selección, diagnóstico y parametrización de las propiedades físico-mecánicas de los agregados pétreos de algunos sitios del territorio municipal permitirá definir aquellas zonas en donde, por su localización, vías de acceso, volúmenes de materiales, mínimos impactos paisajísticos y propiedades físico-mecánicas de los agregados pétreos, pueden establecerse y operar sitios para la explotación y aprovechamiento de materiales de arrastre y canteras, garantizando con ello cubrir la actual demanda que dichos materiales tienen por parte de los sectores de la construcción y de la rehabilitación y mantenimiento de vías.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en cuatro (4) microcuencas del municipio de Dosquebradas y una (1) cantera, en donde históricamente se ha registrado la explotación de agregados pétreos. Cada sitio fue visitado y muestreado, una vez al mes, por un período de seis (6) meses. La extracción y muestreo de material de arrastre y agregados pétreos, cumplió los estándares definidos por las normas INVE y NTC, al igual que los respectivos ensayos de laboratorio, con el propósito de determinar su composición granulométrica, resistencia a la abrasión y degradación por impacto. El muestreo, caracterización y definición de propiedades físico-mecánicas de materiales de arrastre de la red hídrica superficial del municipio de Dosquebradas y de los sitios en los que en la actualidad se explotan agregados pétreos provenientes de canteras, propenderá por mejorar el conocimiento diagnóstico de potenciales sitios

de explotación y aprovechamiento, con los menores impactos ambientales sobre la dinámica fluvial y paisajística del municipio de Dosquebradas. La Tabla 1 precisa los aspectos fundamentales que soportan el proceso investigativo, las técnicas de recolección de datos y trabajo empírico, además del tratamiento dado a la información.

Tabla 1: Diseño metodológico proceso investigativo

Enfoque de la investigación	Cuantitativo
Tipo de estudio o nivel	Descriptivo
Técnica de recolección de datos	Análisis documental Selección de sitios de muestreo Muestreo de materiales: materiales de arrastre y canteras Transporte de muestras al laboratorio Ensayos de laboratorio: Contenido de humedad Análisis granulométrico de suelo por tamizado Densidad del agregado grueso Densidad del agregado fino Degradación de los agregados pétreos a causa de la compactación por impacto Resistencia al desgaste de los agregados pétreos por medio de la máquina de los Ángeles Índice de alargamiento y aplanamiento de los agregados
Trabajo empírico	Selección de cinco (5) sitios para el muestreo periódico, con las siguientes características: - Material procedente de lecho de quebrada - Material procedente de cantera Muestreo, recuperación de muestras y realización de ensayos de laboratorio - 5 (en los sitios seleccionados) muestreos con una periodicidad de 30 días, por un espacio de seis (6) meses - Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos - Análisis comparativo con estándares definidos en las normas INV E y/o NTC
Instrumentos	Bitácoras de campo Equipos y técnicas de muestreo de material de arrastre y canteras Equipos de laboratorio de suelos (físicos y mecánicos): Tamices, copa de Casagrande, balanzas de precisión, máquina de los Ángeles.
Técnica de análisis de datos	Elaboración de bases de datos y métodos estadísticos aplicados (estadística descriptiva) Matrices comparativas

Fuente: Trabajo investigativo

Los sitios seleccionados para para la ejecución de actividades fueron:

Microcuencas: La Fría, Aguazul, Molinos, San José
 Cantera: Agua Azul.

Para efectos de determinar las propiedades físico-mecánicas de

los agregados pétreos muestreados, se desarrollaron los siguientes laboratorios:

Granulometría: característica física que consiste en conocer la distribución porcentual de los tamaños de las partículas. Esta característica, influye en la economía, resistencia, durabilidad y manejabilidad del concreto.

Densidad: establece la relación entre el peso y un volumen dado. Propiedad importante en el diseño de mezclas (concretos), ya que el agua que se aloja en los poros de la roca, no es considerada como parte del agua del mezclado.

Resistencia a la abrasión: propiedad que permite determinar si el agregado es apto o no para la fabricación de concretos de alta resistencia mecánica.

Resistencia a la compresión: es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. Se usa para controlar la dosificación, mezclado y colocación del concreto y evaluar la efectividad de aditivos.

Degradación de los agregados pétreos a causa de la compactación por impacto: determina la degradación que sufre un agregado pétreo secado al aire, al ser sometido a una compactación con una energía específica.

Humedad y absorción: permite tener un control de calidad del concreto, ya que al conocer el contenido de humedad que tiene o absorbe el material, se ajusta la cantidad de agua necesaria para la mezcla del concreto.

Una vez evaluadas las propiedades físico-mecánicas de los agregados pétreos, las restricciones ambientales asociadas a vías de acceso y tiempos de transporte a sitios de explotación, se evaluó el sitio con la mayor potencialidad para el aprovechamiento y

explotación de materiales de préstamo, a partir de la valoración de las variables identificadas mediante matriz de jerarquización. Las variables utilizadas en el proceso de jerarquización fueron cuantificadas así:

- Las variables tendrán el siguiente peso:

Parámetros físico-mecánicos	=	3
Extracción y transporte (distancia)	=	2
Condiciones de acceso (vías)	=	1

- El sitio con la mejor condición, según cada variable evaluada, obtiene el mayor valor asignado. Del segundo al último, acorde con el peso de cada variable, se le asignará el valor correspondiente a la misma, menos 0,2 acumulativamente, según su posición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez adelantada la revisión de antecedentes bibliográficos, para determinar los avances en cuanto a la estimación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales de arrastre del municipio de Dosquebradas, se procedió a diagnosticar las condiciones geológicas de cada una de las microcuencas de los sitios a muestrear, con el propósito de conocer las unidades litológicas aflorantes en cada una de ellas y de esta manera valorar su utilidad como material de construcción. Estos resultados se relacionan en la Tabla 2, a saber:

Tabla 2: Condiciones geológicas de las microcuencas seleccionadas y descripción de unidades litológicas

Microcuencas y canteras	Convención de unidad litológica	Descripción de unidad litológica	Función como agregado pétreo
Microcuenca quebrada Agua Azul	Kiea	Esquistos anfibólicos, anfibolitas, localmente con granate y zoisita	Se usan para esculpir, obtener figuras de ornamentación y fabricación de techos y baldosas
	Kies	Esquistos cuarzo-sericíticos y cuarcitas con clorito de granate	
	Ksc	Unidad sedimentaria, pizarras arcillosas y silíceas grauvacas, limolitas, liditas.	Rocas duras y resistentes que no se rompen en capas con facilidad
Microcuenca quebrada Molinos	Kiea	Esquistos anfibólicos, anfibolitas, verdes y sericíticos	Se usan para esculpir, obtener figuras de ornamentación y fabricación de techos y baldosas. A veces muy deleznable
	Kgp	Gabros, dioritas, contienen cristales de plagioclasa, hornblenda y piroxeno	Son rocas demasiado frágiles, para ser utilizadas como materiales de construcción
Microcuenca quebrada La Vibora	Kgp	Gabros, dioritas, contienen cristales de plagioclasa, hornblenda y piroxeno	Son rocas demasiado frágiles, para ser utilizadas como materiales de construcción
Cuenca río San José	Kgp	Gabros, dioritas, contienen cristales de plagioclasa, hornblenda y piroxeno	Gabros, dioritas, contienen cristales de plagioclasa, hornblenda y piroxeno
	Kvb	Diabasas y basaltos	Alta resistencia a la compresión, porosa y resistente a la abrasión

Fuente: Trabajo investigativo

En cuanto a la caracterización de las propiedades físico-mecánicas en cada sitio de muestreo, se obtuvieron para las microcuencas seleccionadas, los siguientes resultados:

Tabla 3. Presentación de resultados generales (promedio aritmético de los diferentes ensayos practicados en el período de seis meses) en microcuencas objeto de estudio

Norma	Media aritmética de los resultados obtenidos en laboratorio				
	Quebrada San José	Quebrada Molinos	Quebrada Aguazul	Cantera Agua Azul	Quebrada La Fría
Determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad) de muestras de suelo, roca y mezclas de suelo - agregado INV E - 122 - 13	11,9	12,1	20,6	25,0	25,6
Resistencia a la degradación de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2") por medio de la máquina de los Ángeles INV E - 218 - 13	24,1	36,7	34,0	38,7	28,4
Índices de aplanamiento de los agregados para carreteras INV E - 230 - 13	45,8	34,6	48,0	60,5	19,0
Índices de alargamiento de los agregados para carreteras INV E - 230 - 13	69,5	70,2	63,2	54,4	66,2
Degradación de los agregados pétreos a causa de la compactación por impactos INV E - 243 - 13	16,2	12,1	10,9	11,2	17,1

Fuente: Trabajo investigativo.

Es importante destacar que la generalidad de los materiales de préstamo evaluados cumple satisfactoriamente los estándares establecidos para el desgaste en la máquina de los Ángeles, la degradación por impacto y los contenidos de humedad. Sólo los índices de aplanamiento y alargamiento no satisfacen los requerimientos de norma, a excepción del valor 34,6 del índice de aplanamiento de los materiales de la quebrada Molinos. No obstante, tal limitación de los agregados pétreos puede mejorarse con niveles de triturado adecuados.

Adicionalmente, se procedió a confrontar el valor obtenido de cada ensayo practicado por microcuenca, con los estándares definidos en las normas INV E, a fin de establecer el cumplimiento de las normas para agregados pétreos en Colombia. Tal procedimiento

permitió confirmar la calidad de los materiales de préstamo de cada sitio seleccionado. A continuación, se presentan (Tabla 4) los resultados obtenidos para los materiales de la microcuenca de la quebrada La Fría.

Tabla 4. Resultados generales de ensayos practicados a los agregados pétreos en la microcuenca de la quebrada La Fría, según estándares del INVIAS.

Norma	Promedio	Afirmado	Sub Base granular			Bases Granulares			Bases estabilizadas con emulsión asfáltica	Bases tratadas con cemento
			Clase C	Clase B	Clase A	Clase C	Clase B	Clase A		
Contenido humedad INV E - 122 - 13	25,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resistencia a la degradación por medio de la máquina de los Angeles INV E - 218 - 13	28,4	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
índice de aplanamiento INV E - 230 - 13	19,0	-	-	-	-	NA	NA	NA	-	SI
índices de alargamiento INV E - 230 - 13	66,2	-	-	-	-	NA	NA	NA	-	NO
degradación compactación por impactos INV E - 243 - 13	17,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Trabajo investigativo

Mediante los resultados presentados en la Tabla 4 se puede determinar el cumplimiento de los valores obtenidos en cada microcuenca, según lo establecido en las normas INV E. Para el caso particular de la quebrada La Fría el índice de alargamiento no satisface los valores de norma.

Finalmente, evaluadas las propiedades físico-mecánicas de cada sitio de estudio y confrontados sus resultados con el marco

normativo vigente, se procedió a aplicar la matriz de jerarquización y de esta manera obtener el sitio con mayor potencial para la explotación de materiales de préstamo. La Tabla 5 define los valores y orden obtenidos.

Tabla 5. Evaluación de puntos de muestreo con la matriz de criterios.

Parámetro	Ítem	Sitio de muestreo				
		Q. San José	Q. Molinos	Q. Aguazul	Cantera Aguazul	Q. La Fría
Parámetros físico-mecánicos	Resistencia a la degradación de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2") por medio de la máquina de los ángeles INV E - 218 - 13	3	2,4	2,6	2,2	2,8
	Índices de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras INV E - 230 - 13	0	0	0	0	0
Extracción y transporte	Distancia a la cabecera Municipal	1,4	1,6	2	1,8	1,8
Condiciones de acceso	Estado vial	0,8	0,6	1	0,8	0,8
Puntaje total		5,2	4,6	5,6	4,8	5,4
Orden		3	5	1	4	2

Fuente: Trabajo investigativo

Considerando los resultados anteriores, la microcuenca con mayor potencial de aprovechamiento y explotación de agregados pétreos en el municipio de Dosquebradas, corresponde a la quebrada Aguazul, debido a las propiedades físico-mecánicas de los materiales, su relativa accesibilidad y la distancia con relación a la cabecera municipal, variables éstas que la convierten en un punto ideal y estratégico para las actividades extractivas de agregados pétreos. No obstante, los materiales de las microcuencas de las quebradas La Fría y San José, con niveles de desgaste en la máquina de los Ángeles mucho menores que el de la quebrada Aguazul, pueden ser fuentes potenciales para la explotación de materiales

de préstamo, siempre y cuando se adelante la rehabilitación y mejoramiento de las vías de acceso a tales sitios, con el propósito de reducir los tiempos de llegada a la cabecera municipal.

CONCLUSIONES

El proceso investigativo permitió confirmar que las propiedades físicas y mecánicas evaluadas en los diferentes sitios seleccionados, no obstante ser una de las variables de mayor peso en la determinación de sitios con potencial aprovechamiento para la explotación de materiales de préstamo, requieren ser complementadas con las distancias de viaje y accesibilidad, toda vez que las últimas dos variables redundan en los costos finales de los volúmenes a explotar y transportar hacia los sitios de demanda.

Los porcentajes de humedad de las muestras de agregados pétreos de todos los sitios seleccionados, superan el 4%, debido a la exposición constante con el agua, razón por la cual se infiere que dichos agregados aportarían una cantidad considerable de agua, al momento de realizarse un diseño de mezcla de concreto.

La quebrada Aguazul presenta el menor valor promedio de índice de degradación a causa de compactación por impacto, con un índice de 10,9, valor que le confiere a dichos materiales un comportamiento ideal para su uso en la fabricación de concretos de alta resistencia.

En cuanto a la resistencia a la degradación de los agregados se obtuvo para la muestra de la quebrada San José un promedio de 24%; para la muestra de la quebrada Molinos 36%; para la quebrada Aguazul 34%; para los materiales de la cantera Aguazul 38% y los materiales de la quebrada La Fría 28%; indicando todos los valores obtenidos el cumplimiento de los límites establecidos por la norma.

Los índices de aplanamiento y alargamiento no se encuentran dentro de los límites establecidos por el INVIAS, tanto para los materiales muestreados en las quebradas como en la cantera. La variación entre los periodos de muestra, evidencia que estas están sometidas a un constante cambio debido al arrastre que sufren a lo largo del cauce.

El sitio de explotación con mayor potencial para el aprovechamiento de los agregados pétreos del municipio de Dosquebradas es la Quebrada Aguazul, ya que, a pesar de no presentar las mejores propiedades físico-mecánicas, ofrece las mejores condiciones de extracción, transporte y acceso.

BIBLIOGRAFÍA

Adasme, C., Arranz, J., Valladares, R., Fidel, L., Loaiza, L., Arceo, E., Santos, J., Pérez, G., y Lapido, O. (2010). Pasivos ambientales mineros – Manual para el inventario de minas abandonadas o paralizadas. Barquisimeto, Venezuela: ASGMI.

Alvarado, F., Harrison, D., y Steadman, E. (2003). Alluvial mining of aggregates in Costa Rica. British Geological Survey Commissioned Report, CR/03/50N, 27.

Corporación Autónoma Regional de Risaralda- CARDER. (2002). Diagnóstico de riesgos ambientales en el municipio de Dosquebradas, Risaralda. Recuperado de <http://www.carder.gov.co/>

Correa, A. (2000). Situación actual de la explotación de canteras en el Distrito Capital. Revista Ingeniería e Investigación, (46). doi: 10.154446/ing.investig.

Cuervo, D., y Calderón, J. (2016). Degradación de los agregados pétreos a causa de la compactación por impactos provenientes de las canteras Constitutar y El Remanso. (Tesis de posgrado). Universidad Católica, Bogotá, Colombia.

Giraldo, O. (2003). Manual de agregados para el hormigón. Medellín, Colombia: Universidad Nacional.

Hernández, N., Ulloa, M., Almaguer Y., y Ferre, Y. (2014). Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción la Inagua, Guantánamo, Cuba. Revista Luna Azul, (38), 146-158.

López, L. (2003). El concreto y otros materiales para la construcción. Manizales, Colombia: Centro de Publicaciones Universidad Nacional.

López, L., y Sepúlveda D. (2014). Caracterización física de diferentes muestras de agregados pétreos para el concreto – Zona norte de Bogotá. (Tesis de pregrado). Universidad Católica, Bogotá, Colombia.

Martínez, J. A. (2017). Revisión bibliográfica para el análisis de los impactos ambientales generados por la extracción de material de arrastre en cuerpos de agua – caso de estudio: Rio Purnio. (Tesis de pregrado). Universidad Católica, Manizales, Colombia.

Polanco, A. (2012). Manual de prácticas de laboratorio de concreto. Chihuahua, México: Universidad autónoma.

Posada, L., y Lozano, G. (2004). Exploración semidetallada de material de arrastre en la cuenca del río La Vieja. XVI seminario nacional de hidráulica e hidrología, Armenia, Colombia.

Ramírez, C., Bocanegra, R., Santacruz, S., Quintero, H., y Sandoval, M. (2009). Metodología para estimar los volúmenes máximos de explotación de materiales de arrastre en ríos. *Ingeniería y competitividad*, 11(2), 53-61.

7

**CAPÍTULO
SIETE**

El consumidor de bebidas alcohólicas: Caso de estudio población de estrato 2 del Área Metropolitana Centro Occidente

The consumer of alcoholic beverages: Case study population of stratum 2 of the Área Metropolitana Centro Occidente AMCO

Ana María Barrera Rodríguez
Universidad Libre Seccional Pereira.
anam.barrerar@unilibre.edu.co

Marlen Isabel Redondo Ramírez
Universidad Libre Seccional Pereira.
isabel.redondo@unilibre.edu.co

Leidy Johanna Hernández Ramírez
Universidad Libre Seccional Pereira.
leidyj.hernandezr@unilibre.edu.co

RESUMEN

Las empresas sin importar los productos o servicios que ofrezcan tienen una necesidad latente de conocer de una manera más específica las necesidades, gustos, preferencias y el razonamiento interno que tienen sus consumidores y posibles compradores a

la hora de adquirir un producto o servicio. Esta necesidad no es ajena a las empresas productoras y comercializadoras de bebidas alcohólicas colombianas cuya competencia se ha incrementado notablemente en los últimos años gracias a la disminución de los aranceles de bebidas importadas. De acuerdo con Navia (2011), producto de los TLCs, se ha dado el ingreso de nuevos competidores a este sector, con productos que están clasificados como bebidas “Premium” y cuyos precios son cada día más asequibles a los consumidores.

Según Euromonitor Internacional (2014), el Ron, una bebida alcohólica elaborada por las 3 licoreras más importantes del país (Industria Licorera de Caldas, la Fábrica de Licores de Antioquia y la Empresa de Licores de Cundinamarca), ha presentado una disminución en sus ventas debido principalmente al ingreso de bebidas alcohólicas importadas de alta calidad. En los últimos años se ha conocido la importancia que tiene la “base de la pirámide” definida como “la mayor oportunidad de mercado potencial en la historia del comercio” (Pralhad, 2009, p. 432).

Con la anterior información se puede concluir que el mercado de la base de la pirámide es un segmento atractivo para el sector de bebidas alcohólicas y que, por lo tanto, representa una oportunidad para su crecimiento económico. Por lo anterior y como lo expresan en la revista Portafolio “se requiere una investigación de mercado que permita determinar con mayor precisión las necesidades a las que se espera dar respuesta, al mismo tiempo que las condiciones y características con que deberían ofrecerse los productos y servicios” (Navia, 2011).

El Departamento de Risaralda y específicamente su área metropolitana que comprende la capital Pereira, y los municipios de La Virginia y Dosquebradas no son ajenos a ello. Incluso puede suponerse que parte de la cultura “paisa” incluye el consumo frecuente de bebidas alcohólicas. Por lo anterior, se realizó la

siguiente investigación que busca dar conocer los hábitos que tienen los habitantes del Área Metropolitana Centro Occidente de estrato 2 respecto al consumo de bebidas alcohólicas.

Palabras Claves: Base de la pirámide, AMCO, bebidas alcohólicas, marketing

ABSTRACT

Companies, regardless of the products or services they offer, have a latent need to know in a more specific way the needs, tastes, preferences and internal reasoning that their consumers and potential buyers have when purchasing a product or service. This need is no stranger to the companies that produce and sell Colombian alcoholic beverages, whose competition has increased significantly in recent years thanks to the decrease in tariffs on imported beverages. According to Navia (2011), a product of the FTAs, there has been the entry of new competitors to this sector, with products that are classified as “Premium” drinks and whose prices are increasingly accessible to consumers. According to Euromonitor International (2014), rum, an alcoholic beverage made by the 3 most important liquor stores in the country (Liquor Industry of Caldas, the Liquor Factory of Antioquia and the Liquor Company of Cundinamarca), has presented a decrease in sales due mainly to the income of imported high quality alcoholic beverages. In recent years the importance of the “base of the pyramid” defined as “the greatest potential market opportunity in the history of commerce” (Prahalad, 2009, p. 432). has been known. With the previous information it can be concluded that the pyramid base market is an attractive segment for the alcoholic beverage sector and therefore represents an opportunity for its economic growth. For the above and as expressed in the Portafolio magazine “market research is required to determine more precisely the needs that are expected to respond, at the same time as the conditions and characteristics with which products and services should be offered” (Navia, 2011).

The Department of Risaralda and specifically its metropolitan area that includes the capital Pereira, and the municipalities of La Virginia and Dosquebradas are no stranger to it. It can even be assumed that part of the “paisa” culture includes frequent consumption of alcoholic beverages. Therefore, the following investigation was carried out that seeks to make known the habits of the inhabitants of the AMO of stratum 2 regarding the consumption of alcoholic beverages.

Keywords: Base of the pyramid, AMCO, alcoholic beverages, marketing

INTRODUCCIÓN

Este proyecto pretende dar a conocer las costumbres que tienen los habitantes del Área Metropolitana Centro Occidente de estrato 2 con respecto al consumo de bebidas alcohólicas. En ese orden de ideas, tiene la finalidad de definir en primer lugar, las características sociodemográficas de la población objetivo. En segundo lugar, identificar las diferentes variables que intervienen cuando se realiza la compra de bebidas alcohólicas. Por último, el gasto mensual en la compra de estas bebidas. A continuación, se presentan unos conceptos importantes relacionadas con el tema.

Industria licorera en Colombia

Según Manquillo y Mora (2013), la industria licorera en Colombia está compuesta principalmente por las empresas productoras de propiedad de los departamentos del país cuyos negocios representan más del 85% del mercado, seguidas por las empresas privadas de producción tanto de licores como de cervezas, luego de las empresas importadoras y, por último, el sector ilegal.

Fedesarrollo (2011) afirma que Colombia cuenta con nueve departamentos productores de licores con marcas Trabajo de Campos, entre ellos están Antioquia, Caldas, Cundinamarca,

Valle, Tolima, Nariño, Boyacá, Cauca y Caquetá. Por otro lado, se encuentran los departamentos de Huila y Bolívar que están presentes en la industria pero que han entregado, mediante concesiones, su producción licorera a empresas privadas. De igual forma afirma que el Magdalena, Norte de Santander, Santander y Meta contratan su producción con empresas de otros departamentos y Atlántico y Córdoba no tiene ni contratos con otras licoreras ni licoreras Trabajo de Campos. La oferta que estas licoreras no suplen, son realizadas por importadores, contrabandistas y adulteradores.

Zapata y Sabogal (2012) en su publicación, expresan que la industria cervecera tiene una presencia muy importante en el sector, en donde en promedio el 82% del total producido por la industria, es de cerveza. Afirma, que, de la misma forma, sucede con las ventas de bebidas alcohólicas en donde la cerveza es la que toma el primer lugar con aproximadamente un 90% de las ventas, seguido por el aguardiente y ron que en conjunto representa cerca del 5% del consumo nacional.

Base de la pirámide

La base de la pirámide es un término que según Prahalad (2009) hace referencia al segmento de la población con bajos ingresos que en los últimos años ha representado, debido su alto potencial, un segmento de mercado de gran importancia para la economía y el comercio mundial.

De acuerdo con DANE (2014), en Colombia la población está clasificada de acuerdo con su vivienda, por estratos socioeconómicos que van desde el 1 hasta el 6. En los estratos 1, 2 y 3 se encuentran las personas cuyos recursos económicos son los más bajos y que son beneficiadas por subsidios del gobierno. Según

la Pineda (2014), en Colombia existen alrededor de 22.260.000 de ciudadanos que hacen parte de los estratos 1 y 2. Esta población representa el 60% de la población total de Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS.

La investigación se posiciona desde un paradigma post positivista que según Mendoza (2018) “este paradigma afirma que la concepción de la realidad se construye desde una postura reflexiva como una aproximación imperfectamente aprehensible” (p. 33), sigue un enfoque cuantitativo-descriptivo, basado en señalar las características, aspectos sociodemográficos, económicos, motivaciones de los consumidores mediante la aplicación de encuestas y su posterior análisis estadístico.

El proceso de recolección de información se realizó mediante la elaboración de encuestas a personas que cumplieran con los siguientes requisitos:

- o Mayores de 18 años.
- o Habitantes el Área Metropolitana Centro Occidente
- o Estrato socio-económico 2.
- o Que consuman o hubieran consumido bebidas alcohólicas.

Para calcular el tamaño de la muestra de cada municipio se utilizó un tipo de muestreo por cuotas con los siguientes supuestos

- o Supuesto 1: Z: nivel confianza del 90%,
- o Supuesto 2: p: escenario conservador, por lo tanto $p=0.50$
- o Supuesto 3: El margen de error de un $\pm 7\%$,
- o Supuesto 4: Calculo de la población

El Área Metropolitana Centro Occidente “según la ordenanza No. 14 del 26 de marzo de 1991, se establecen los municipios adscritos: Pereira, Dosquebradas, Posteriormente el Municipio de La Virginia” (Área Metropolitana Centro Occidente, 2012).

Pereira, de acuerdo al DANE (2005), estaba constituida por 118.529 hogares en el año 2005 de los cuales 34.409 se encuentran en estrato 2. Por su parte, Dosquebradas según el censo realizado por el DANE (2005) en el año 2005, estaba conformada por 46.375 hogares de los cuales 18.235 se encuentran en el estrato 2. Asimismo, según el DANE (2013) “en 2013, un hogar promedio en Risaralda estuvo compuesto por 3,3 personas”.

Con los datos anteriores se hace la siguiente inferencia:

Si en Risaralda el promedio de cantidad de personas que viven en un hogar es de 3,3 se infiere que en estrato 2 en Pereira para el año 2005 habían 113.550 personas y en Dosquebradas 60.175 personas. Por ultimo, de acuerdo a Arenas (2015) en La Virginia para el año 2014 en el estrato 2 habían 8.293 personas. Por otro lado, el DANE en el 2005, informaba que en el departamento de Risaralda la población mayor de 18 años en el departamento de Risaralda es de 568.708 personas, equivalente a 66% de la población. Por lo que se puede inferir que en Pereira había 75.118 personas mayores de 18 años de estrato 2, en Dosquebradas 39.808 y en La Virginia 5.486.

Aplicando la fórmula presentada anteriormente, con los supuestos definidos y con los datos de la población mostrados en el párrafo anterior se tiene que para la ciudad de Pereira la muestra calculada fue de 137 personas, para el municipio de Dosquebradas la muestra fue de 137 personas y, por último, para el municipio de La Virginia de 134 personas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la investigación, en total se realizaron 408 encuestas a personas de estrato 2 pertenecientes al Área Metropolitana Centro Occidente. El 33,6% corresponde al municipio de Dosquebradas y de Pereira respectivamente. Por su parte La Virginia tiene porcentaje 32,8%.

Características sociodemográficas

El 58,6% de los encuestados eran hombres con un total de 239 y el 41,4% mujeres con un total de 169. El 54,2% eran solteros, el 24,8% en unión libre, el 9,8% casados. El 40% de los encuestados cuentan con un título de bachiller, el 29,7% de personas son técnicos, el 15,2% ha realizado estudios universitarios. Los encuestados que sólo han realizado estudios de básica primaria tienen una participación del 8,6%.

Figura 1. Género y Edad y Nivel de Ingresos

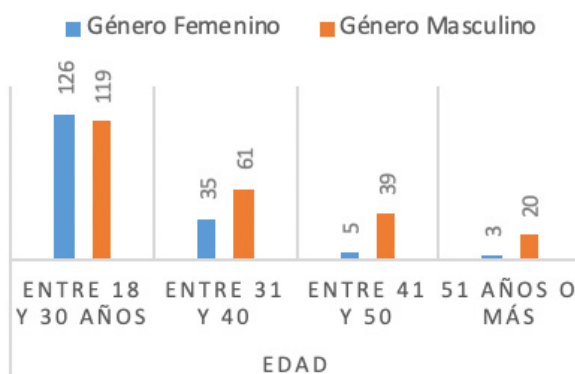
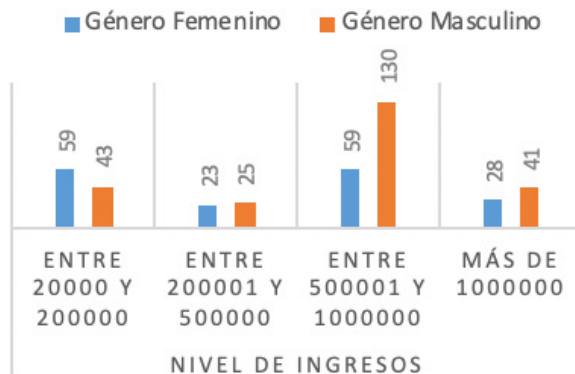


Figura 2. Género



De las 169 mujeres encuestadas, 126 se encuentran entre los 18 y 30 años, 35 mujeres están en un rango de 31 a 40 años, seguido de 5 mujeres entre los 41 y 50 años, y por último, sólo 3 mujeres con más de 51 años. De los 239 hombres encuestados, 119 se encuentran entre los 18 y 30 años, seguido de 61 hombres que están un rango de 31 a 40 años, luego de 39 hombres entre los 41 y 50 años, y por último 20 hombres con más de 51 años. Los hombres son los que más ganan, de ahí que 171 hombres ganan más \$500,000 y en comparación con el género femenino en el que sólo 87 mujeres devengan más de ese salario.

Motivaciones, bebidas, lugares, ocasiones y periodicidad del consumidor de estrato 2 del Área Metropolitana Centro Occidente al consumir bebidas alcohólicas.

De acuerdo con el resultado de las encuestas, se pudo determinar que el 31.9% de los encuestados del Área Metropolitana Centro Occidente aseguraron estar de acuerdo en consumir bebidas alcohólicas por recomendación de un amigo. Así mismo, el 59.3% de los encuestados aseguraron estar desacuerdo en haber probado alguna bebida alcohólica por recomendación de un vendedor.

Para el 54.9% de la población encuestada, las promociones no los han motivado a probar bebidas alcohólicas.

Las personas encuestadas en todos los rangos de edad estuvieron generalmente de acuerdo en que consumen bebidas alcohólicas por diversión y en que se ponen más contentos cuando lo hacen.

Las bebidas más apetecidas por parte de los hombres encuestados son la Cerveza, (114 hombres la eligieron), seguida del Aguardiente con una cifra de 82. Por otra parte, las bebidas alcohólicas menos consumidas por los hombres encuestados son la chicha, el tequila, el brandy y el whiskey. Por su parte, las mujeres encuestadas, al igual que los hombres, afirmaron que las bebidas que más consumen son la cerveza y el aguardiente y las que menos consumen son la chicha y el whiskey.

Figura 3. Género y bebida alcohólica preferida

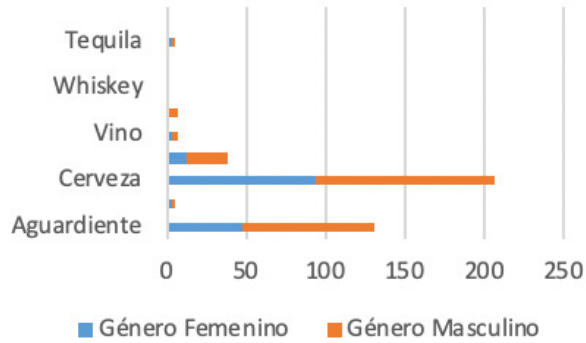
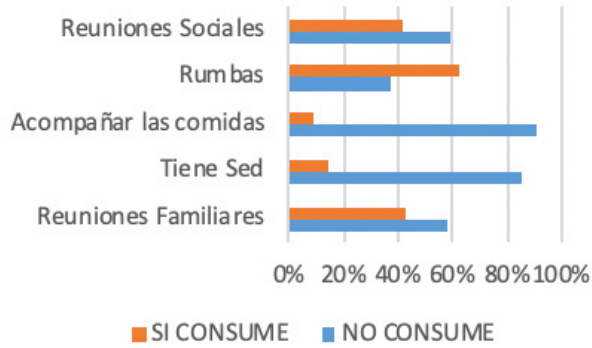
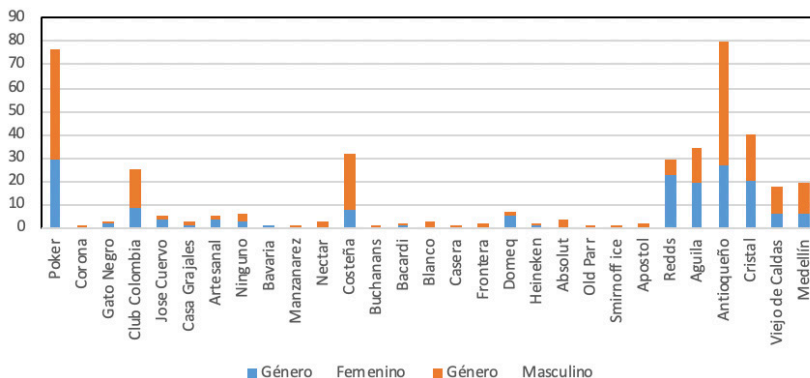


Figura 4. ¿Cuándo consume bebidas alcohólicas?



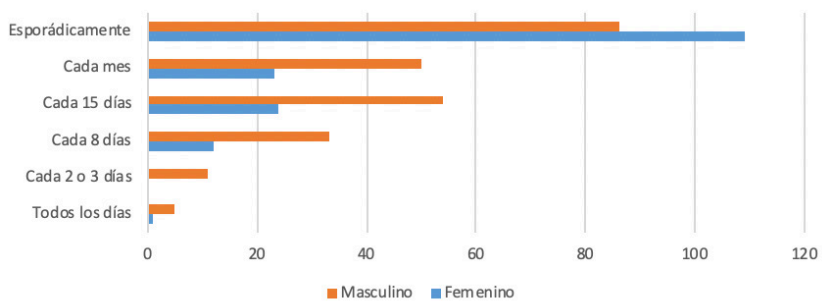
El consumo de las bebidas alcohólicas se da en reuniones sociales y familiares y en rumbas. Mientras que no se consume cuando se tiene sed o para acompañar comidas.

Figura 5. Género y marca de bebida alcohólica preferida



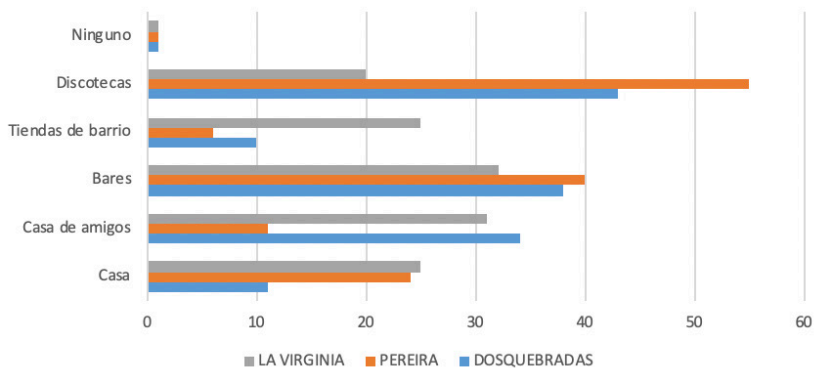
Se identifica que tanto los hombres como las mujeres, tienen mayor preferencia por el Aguardiente Antioqueño, Aguardiente Cristal y la Cerveza Poker. Los hombres tienen un mayor consumo de las Cerveza Costeña. Las mujeres, consumen Reddis. Tanto los hombres como las mujeres tienen un bajo consumo de marcas importadas. Las bebidas caseras como la Chicha presentan bajo o ningún consumo.

Figura 6. Género y frecuencia de consumo de bebidas alcohólicas



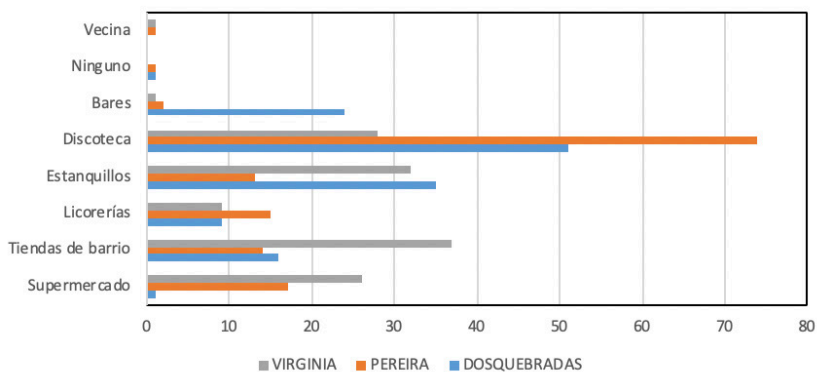
De 169 mujeres encuestadas 109 aseguraron que consumen esporádicamente bebidas alcohólicas, al igual que 86 hombres que manifestaron también hacerlo esporádicamente.

Figura 7. Municipio y Sitio preferido para consumir bebidas alcohólicas



El sitio preferido para consumir bebidas alcohólicas de las personas encuestadas en el municipio de Dosquebradas son las discotecas y los bares al igual que para los encuestados de Pereira, mientras que en el municipio de La Virginia la opinión está muy dividida ya que un número igual de 25 encuestados dijeron preferir casa y tiendas de barrio, 32 dijeron bares y 31 casa de amigos.

Figura 8. Municipio y lugar de compras de bebidas alcohólicas con mayor frecuencia

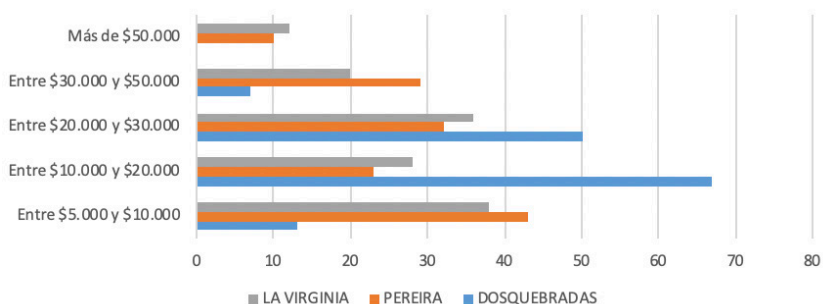


La mayoría de las personas encuestadas en los municipios de Pereira y Dosquebradas compran con mayor frecuencia bebidas alcohólicas en discotecas, mientras que en el municipio de La Virginia no hay una tendencia muy marcada ya que 37 encuestados dijeron tienda de barrio y 32 en estancillos.

Gasto mensual en la compra de bebidas alcohólicas de la población de estrato 2 del Área Metropolitana Centro Occidente

En el municipio de Dosquebradas 67 de 137 personas encuestadas, gastaron entre \$10.000 y \$20.000, seguido de 50 personas que gastaron entre \$20.000 y \$30.000. Para Pereira, 43 de los encuestados gastaron entre \$5.000 y \$10.000, 32 entre \$20.000 y \$30.000. Del municipio de La Virginia, 38 encuestados dijeron haber gastado entre \$5.000 y \$10.000 mientras que 36 gastaron entre \$20.000 y \$30.000.

Figura 9. Municipio y gasto mensual en la compra de bebidas alcohólicas



CONCLUSIONES

- Las motivaciones en el momento de consumir bebidas alcohólicas por parte de los encuestados son variadas las más frecuentes son divertirse, disminuir el estrés, pasarla mejor y ponerse más contentos. Se puede decir que lo anterior, depende de la ocasión y del presupuesto que se tenga.

- Se identificó que hay diferencias significativas entre los hombres y las mujeres, pues se conoció que las personas del género masculino presentan mayores motivaciones a la hora de consumir bebidas alcohólicas que el género femenino.
- Se pudo determinar las recomendaciones de amigos o familiares son unas influencias importantes para el consumo de bebidas alcohólicas.
- Las promociones tienen cierto grado de influencia en las decisiones de compra de los consumidores, pero no totalmente.
- Los bares y discotecas con los lugares y ocasiones preferidas y las ocasiones de mayor consumo se dan en fechas especiales.
- La periodicidad de consumo de bebidas alcohólicas de las personas estrato 2 del Área Metropolitana Centro Occidente, es esporádica ya que afirmaron no tener fechas definidas para su consumo.
- La cerveza es una de las bebidas alcohólicas más consumidas por las personas encuestadas.
- Las personas del municipio de La Virginia normalmente no suelen consumir con frecuencia en las discotecas o bares sino en lugares cercanos, como tiendas de barrio, estancquillos e inclusive en sus casas. Por el contrario, para las personas de los municipios de Pereira y Dosquebradas el consumo de bebidas alcohólicas se da en mayor proporción en discotecas y bares. Lo anterior puede deberse a que tanto Pereira como Dosquebradas son municipios más cercanos y con una influencia más urbana y comercial. Por su parte, La Virginia puede considerarse como un municipio pequeño que aún continúa influenciado con comportamientos típicos de pueblo.

- Se logró determinar que la inversión mensual en la compra de bebidas alcohólicas por parte de los consumidores de estrato 2 del Área Metropolitana Centro Occidente no es muy alta, oscilando en su mayoría entre los diez mil y los treinta mil pesos, llegando a un máximo de los cincuenta mil, identificándose que las personas encuestadas tienen como prioridad cubrir sus necesidades básicas antes que el consumo de bebidas alcohólicas.

BIBLIOGRAFÍA

Área Metropolitana Centro Occidente, A. (2012). Jurisdicción. Retrieved from <http://amco.gov.co/contenido-jurisdiccion-118.html>.

Arenas, A. (2015). Entrevista.

DANE. (2005). BOLETÍN Censo General 2005. Retrieved from https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/66001T7T000.PDF

DANE. (2013). Boletín de Prensa Risaralda: Pobreza Monetaria. Retrieved from https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/Risaralda_Pobreza_2013.pdf

DANE. (2014). Preguntas frecuentes de estratificación. Retrieved from http://www.dane.gov.co/files/geoestadistica/Preguntas_frecuentes_estratificacion.pdf

Euromonitor Internacional. (2014). Alcoholic Drinks in Colombia. Retrieved from <http://www.euromonitor.com/alcoholic-drinks-in-colombia/report>

Fedesarrollo. (2011). La industria de licores. Retrieved from <http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/La-industria-de-licores-en-Colombia-TEXTO-FINAL.pdf>

Manquillo, C., & Mora, D. (2013). Planeamiento estratégico de la industria de las bebidas alcohólicas destiladas en Colombia.

Mendoza, Y. (2018). La concepción positivista y postpositivista de ciencia en la construcción del pensamiento gerencial contemporáneo. *Gestión y Gerencia*, 12(2), 27–49.

Navia, M. (2011). Innovación hacia la base de la pirámide. Retrieved from <http://m.portafolio.co/columnistas/innovacion-la-base-la-piramide>.

Pineda, G. (2014). Así es el consumidor de bajos recursos. Perfiles de consumo en estratos bajos.

Prahalad, C. K. (2009). Fortune at the bottom of the pyramid: Eradicating poverty through profits (Upper Sadd).

Zapata, J., & Sabogal, A. (2012). Una estimación de la adulteración y falsificación de bebidas alcohólicas en Colombia (La Imprenta Editores S.A., Ed.). Bogotá.

8

CAPÍTULO
OCHO

**Distribución espacial en lote de trips
(Thysanoptera: Thripidae) y su relación
con variables climáticas en el cultivo de
Rubus glaucus Benth c.v. sin espinas en
Risaralda**

**Spatial distribution in batch of thrips
(Thysanoptera: Thripidae) and its
relationship with climatic variables in the
crop of Rubus glaucus Benth c.v. no thorn
in Risaralda**

Andrés Alfonso Patiño Martínez, Shirley Palacios-Castro
Corporación Universitaria de Santa Rosa de Cabal - UNISARC
andres.patino@unisarc.edu.co , shirley.palacios@unisarc.edu.co

RESUMEN

Los trips son considerados insectos de importancia económica en algunos cultivos, afectando la calidad de las plantas, los frutos y en la mayoría de los casos la productividad. En el caso específico de la mora, en trabajos realizados desde los años 80's por Agrosavia se reporta a los trips como el principal organismo causante de daños en hojas, puntos terminales y frutos, sin embargo, trabajos que determinen su dinámica poblacional, y que permitan a agricultores y técnicos tener elementos para la toma de decisiones sobre métodos de manejo, son escasos. En Santa Rosa de Cabal (Risaralda) en un cultivo de mora sin espina de 2 años de edad, se seleccionó un lote sin aplicación de insecticidas y se muestrearon semanalmente (desde el 15 de noviembre de 2016 hasta el 21 de Febrero de 2017), en flores abiertas y yema apical, *Frankliniella* aff. *Panamensis* y *Neohydatothrips burungae* respectivamente. Para determinar la distribución espacial se utilizó el índice de Taylor, y a través del índice de Spearman se correlacionó la población de trips con las variables climáticas (temperatura, humedad relativa y precipitación). El patrón de distribución poblacional para *Neohydatothrips burungae* y *Frankliniella* aff. *Panamensis* fue de tipo agregado; y se encontró correlación negativa entre la temperatura máxima y la población de *Neohydatothrips burungae*.

Palabras Claves: *Neohydatothrips burungae*, *Frankliniella* aff. *Panamensis*, yema apical, flores abiertas, *Rubus glaucus*.

ABSTRACT

Thrips are considered insects of economic importance in some crops, affecting the quality of plants, fruits and in most cases productivity. In the specific case of default, in works carried out since the 80's by Agrosavia, thrips are reported as the main organism that causes damage to leaves, terminal points and fruits, however, works that determine its population dynamics, and that allow farmers and technicians to have elements for decision-

making about management methods, are scarce. In Santa Rosa de Cabal (Risaralda), in a 2-year-old blackberry crop, a lot without insecticide application was selected and sampled weekly (from November 15, 2016 to February 21, 2017), in open flowers and apical bud, *Frankliniella* aff. *Panamensis* and *Neohydatothrips burungae* respectively. To determine the spatial distribution the Taylor index was used, and through the Spearman index the thrips population was correlated with the climatic variables (temperature, relative humidity and precipitation). The population distribution pattern for *Neohydatothrips burungae* y *Frankliniella* aff. *Panamensis* it was of the aggregate type; and a negative correlation was found between the maximum temperature and the population of *Neohydatothrips burungae*.

Keywords: *Neohydatothrips burungae*, *Frankliniella* aff. *Panamensis*, apical bud, open flowers, *Rubus glaucus*.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, algunas especies de trips son consideradas especies de importancia económica en algunos cultivos, afectando la calidad de la plantas, los frutos y en la mayoría de los casos la productividad. En el caso específico de la mora, en trabajos realizados desde los años 80's por Agrosavia se reporta a los trips como el principal organismo causante de daños en hojas, puntos terminales y frutos.

Mound, (1993) cataloga a los trips como plagas “r”, es decir, insectos que tienen un gran potencial biótico, altas tasas de crecimiento poblacional, tiempos generacionales cortos, capacidad para dispersarse rápidamente, gran capacidad de localizar sus hospederos, explotar muy bien hábitats temporales, son oportunistas y muy peligrosos para la agricultura.

De acuerdo con lo anterior, no existen trabajos específicos que permitan conocer la distribución de estos organismos (que logra entender el comportamiento y la forma como se distribuye el

insecto en la planta) en el cultivo de mora sin espina, con el fin de aportar elementos que permitan establecer esquemas de control que conduzcan a su manejo integrado y la disminución en los costos de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos utilizados para hallar la distribución se tomaron en la finca la Esperanza del municipio de Santa Rosa de Cabal (altitud 2092 m.s.n.m., N 04°53'13.9", O 075°33'40.2") en un cultivo de mora sin espina, se seleccionó un lote donde no se realizaron labores de aplicación de insecticidas (por un período de 15 semanas) y se muestreó semanalmente durante este período en búsqueda de trips, de la siguiente manera: el lote se dividió en 16 cuadrantes (un cuadrante es una planta) y se hizo el recuento de trips (larvas y adultos de presentes en las estructuras vegetales (tres yemas apicales y tres flores abiertas)).

La distribución espacial se determinó mediante el índice de Taylor que sugiere una relación empírica entre la media y la varianza de una población, la cual ha pasado a conocerse como la ley de potencia de Taylor (Southwood, 2000; Ruesink, 1980; Ruesink y Kogan, 1982 y Clavijo, 1993). Lo anterior se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$S^2 = aX^b$$

Donde:

S^2 = Varianza

X = Media

a = Coeficiente que varía según la técnica de muestreo

b = Exponente que representa una constante de las especies.

Al tomar los logaritmos en ambos miembros se obtiene la ecuación lineal

$$\text{Log } S^2 = \text{Log } a + b \text{ Log } X$$

Esta versión linealizada permite cuantificar el grado de agregación mediante la pendiente del modelo: $b < 1$, $b = 1$ y $b > 1$ indicando patrones uniforme, aleatorio y agregado respectivamente. Así

mismo, cuanto mayor es el valor de b , mayor es el grado de agregación (Trumper, 2004).

Además, se realizaron análisis comparativos teniendo en cuenta los registros climáticos (temperatura en °C, humedad relativa y precipitación) mediante correlación a través del análisis de Spearman, para validar la influencia que existió entre las variables climáticas y la población de *Neohydatothrips burungae* y *Frankliniella aff. panamensis*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El patrón de distribución poblacional para larvas de trips, adultos de *Frankliniella aff. panamensis* y adultos *Neohydatothrips burungae*, de acuerdo con las estructuras donde se encontraban, fue de tipo agregado según el índice de agregación de Taylor. (Tabla 1).

Tabla 1. Índice de agregación de Taylor para trips en el cultivo de mora sin espina

Trips	Índice de Taylor
Larvas	$b = 1,7$
<i>Neohydatothrips burungae.</i>	$b = 1,3$
<i>Frankliniella aff. panamensis</i>	$b = 2,1$

Dicho tipo de distribución coincide con lo encontrado por los siguientes autores, que encuentran diversos géneros de trips con este tipo de agregación.

Santos, (2010) reporta un patrón de distribución agregado para larvas y adultos de *Neohydatothrips* signifer en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de maracuyá.

En el caso de *Frankliniella occidentalis*, diversos autores como Shipp y Zariffa, 1991; Pinilla y Salamanca, 1995; Jiménez y Orduz, 1996 afirman que el patrón de distribución predominante de estos

insectos es de tipo agregado en cultivos de Rosa, Fresa y Pepino bajo invernadero.

Corredor et al., (1998), encontraron que *Frankliniella panamensis* en ciruelo (*Prunus salicina*) posee un patrón de distribución agregado en ramas, sin tener en cuenta el estrato del follaje evaluado.

García-Mari et al., (1994), encontraron que larvas y adultos de *Frankliniella occidentalis* en fresón, presenta una distribución agregada de acuerdo a la ley potencial de Taylor.

Steiner, (1990) obtuvo los parámetros de agregación de larvas y adultos de *Frankliniella occidentalis* sobre hojas de pepino cultivado en invernadero. Para los adultos del trips variaba entre 1,31 y 1,56, dependiendo de la hojas que se muestreara, mientras que las larvas tenían unos valores más elevados entre 1,62 y 1,73. Belda et al., (1992) estudian la agregación de *Frankliniella occidentalis* en el cultivo del pimiento en invernadero mediante los índices de Iwao, encontrando que el organismo se encuentra distribuido de forma agregada.

Cabrera et al., (2004) mediante la distribución binomial negativa, encontraron que *Thrips palmi* posee una distribución de tipo agregado para larvas y adultos.

Navarro-Campos et al., (2012) demostraron que *Pezothrips kellyanus* presenta distribuciones poblacionales agrupadas, sin diferencias en los parámetros de agregación entre flores y frutos, especies de trips, estadios larvales o sexo de los adultos, mediante la ley de poder de Taylor y el índice de regresión de Iwao.

De los Ángeles et al., (2013) mencionan que las poblaciones de *Frankliniella occidentalis* en tomate (*Physalis ixocarpa*) en México, poseen distribución agregada.

Fluctuación Poblacional de *Frankliniella* spp. y *Neohydatothrips* spp. con respecto a las variables climáticas

En lo que respecta a la relación existente entre la fluctuación poblacional y el clima, se encontró una correlación negativa entre la temperatura máxima y la población de *Neohydatothrips burungae*. (-0,75764) (P=0,001) lo que indica que a mayor temperatura existe una menor población de individuos existentes en la flor de este insecto fitófago. Las demás variables climáticas con respecto a las poblaciones de *Frankliniella aff. panamensis* y *Neohydatothrips burungae* no tuvieron correlación significativa con las variables climáticas (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de correlación de Spearman entre trips y variables climáticas para el cultivo de mora sin espina en Risaralda

Trips	Variables climáticas				
	T° mínima	T° Máxima	T° Media	Humedad relativa	Precipitación
<i>Frankliniella aff. panamensis</i>	-0,06786	-0,17857	-0,10545	-0,19286	0,075
	P 0,8101	P 0,5243	P 0,7084	P 0,4910	P 0,7905
<i>Neohydatothrips burungae</i>	0,18313	-0,75764	-0,26595	0,24596	0,50629
	P 0,5136	P 0,0011	P 0,3380	P 0,3769	P 0,0541
Larvas de trips	0,12165	0,38998	0,02775	-0,35599	-0,36494
	P 0,6658	P 0,1507	P 0,9218	P 0,1928	P 0,1811

Santos, (2010) en trabajos realizados con *Neohydatothrips signifer* en maracuyá no encontró correlación significativa entre la fluctuación poblacional con respecto a la humedad relativa y la precipitación, siendo similar a lo encontrado en esta investigación en donde *Neohydatothrips* spp. no mostró correlación con dichas variables climáticas.

Yadav et al., (2014) en investigaciones de laboratorio realizadas para evaluar el efecto de la temperatura en el desarrollo y crecimiento poblacional de *Thrips palmi* en berenjena observaron

que el tiempo medio de dichas etapas de desarrollo disminuyó con el aumento de la temperatura, comportándose *Neohydatothrips* spp. en ésta investigación de manera similar con respecto a la temperatura máxima. De igual manera Castineiras et al., (1996), estudiaron la respuesta del desarrollo del parasitoide *Ceranisus menes* sobre larvas de primer instar de *Thrips palmi*, en donde el tiempo de desarrollo total de *Thrips palmi* disminuyó con el aumento de la temperatura.

Park et al., (2010), investigaron el desarrollo de estados inmaduros *Thrips palmi* a diferentes temperaturas, encontrando un menor tiempo de desarrollo de dichos estados a mayor temperatura.

Arce-Flores et al., (2015), determinaron la fluctuación poblacional y distribución de *Frankliniella occidentalis* en cultivos de nardo (*Polianthes tuberosa*) en México, estableciendo correlación negativa entre la precipitación y el organismo, encontrando todo lo contrario en nuestra investigación, en donde *Frankliniella* spp. no posee correlación con la precipitación.

CONCLUSIONES

La distribución espacial de *Frankliniella* aff. *panamensis* y *Neohydatothrips burungae*. es de tipo agregado esto permite establecer programas de monitoreo más estrictos para este organismo en flor y yema apical de las plantas de mora sin espina.

Se encontró una correlación negativa entre la temperatura máxima y la población de *Neohydatothrips burungae* lo que indica que a mayor temperatura existe una menor población de individuos existentes en la yema apical.

BIBLIOGRAFÍA

Agronet. 2019. Consulta: Septiembre de 2019. <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>

Álvarez, E., Pulgarín, Y. 2015. Caracterización epidemiológica de insectos fitófagos y enfermedades asociadas al cultivo de mora sin tuna (*Rubus glaucus* Benth) en el municipio de Santuario Risaralda. Ingeniería Agronómica. Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal - UNISARC. Colombia

Betancourth, M., Palacios, S., Patiño, A.. 2014. Manual de manejo de enfermedades y plagas en el cultivo de mora sin tuna. Editor: Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal - UNISARC. Santa Rosa de Cabal- Risaralda.

Castaño, O. 1996. Plagas asociados al cultivo de la mora y su manejo p : 19-22. En: Memorias primer seminario de frutales de clima frío moderado. Editorial: Fondo Nacional del Fomento Hortifrutícola. Manizales, Caldas, Colombia

Castaño, O. 2000. Plagas del cultivo de la mora y su manejo integrado. p: 112-118. En: : Memorias del tercer Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. Editorial: Fondo Nacional del Fomento Hortifrutícola. Manizales, Caldas, Colombia

Castellanos, P. A. Botero Ospina, M. J.; Muñoz Valencia, C. I.; Castrillón Arias, C.; Vélez Arango, P. E.; Zuluaga Arias, L. E.; Urrea Jiménez, C. F.; Morales M., J. E . 2003. Evaluación de especies forestales con potencialidad de tutores vivos en la producción de Mora. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA.

Castaño, O. 1996. Plagas asociados al cultivo de la mora y su manejo p : 19-22. En: Memorias primer seminario de frutales de clima frío moderado. Editorial: Fondo Nacional del Fomento Hortifrutícola. Manizales, Caldas, Colombia

Castaño, O. 2000. Plagas del cultivo de la mora y su manejo integrado. p: 112-118. En: : Memorias del tercer Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. Editorial: Fondo Nacional del Fomento Hortifrutícola. Manizales, Caldas, Colombia

Castellanos, P. A. Botero Ospina, M. J.; Muñoz Valencia, C. I.; Castrillón Arias, C.; Vélez Arango, P. E.; Zuluaga Arias, L. E.; Urrea Jiménez, C. F.; Morales M., J. E . 2003. Evaluación de especies forestales con potencialidad de tutores vivos en la producción de Mora. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA. 119 p.

Díaz, A. 2015. Artrópodos plaga de la mora de castilla. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA. Documento de trabajo. 36 p.

Franco, G., Giraldo, M. 1998. El cultivo de la mora. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA Regional 9. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria, PRONATTA. 130 p.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO-ICA. 2011. Manejo fitosanitario del cultivo de la mora (*Rubus glaucus* Benth). Medidas para la temporada invernal. Bogotá, Colombia.

Jaramillo, J.A. 1984. Curso de actualización en tecnología agrícola. Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, Rionegro (Colombia), p: 303-327 Documento de Trabajo - Instituto Colombiano Agropecuario (Colombia); no. 14.

Lewis, T.1997. Thrips as crops pests. CAB International New York. USA.

Lores, A., Leyva, A., Varela, M. 2008. Los Dominios De Recomendaciones: Establecimiento E Importancia Para El Análisis Científico De Los Agroecosistemas. Cultivos Tropicales, 2008, vol. 29(3): 5-10

Maya, D. 2016. Artropofauna asociada al cultivo de *Rubus glaucus* Benth con tutorado vivo de *Salix humboldtiana*, *Trichantera gigantea*, *Erythrina edulis* y *Euphorbia latakii* en Quinchía – Risaralda. Ingeniería Agronómica. Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal – UNISARC. Colombia.

Mejía, H., Otálvaro, G. 2015. Reconocimiento de plagas y enfermedades y su relación con la fertilización en el cultivo de mora sin tuna (*Rubus glaucus* Benth) en el corregimiento de la Bella- Pereira. Ingeniería Agronómica. Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal – UNISARC. Colombia.

9

CAPÍTULO
NUEVE

**Desarrollo y aplicación de la metodología
bagging y adaboost para la detección
de pérdidas no técnicas en el sistema de
distribución de la empresa de energía de
pereira s.a. esp**

**Development and application of the
bagging and adaboost methodology for
the detection of non-technical losses in
the distribution system of empresa de
energía de pereira s.a. esp**

Andrés Felipe Giraldo de los Ríos
Empresa de Energía de Pereira S.A. E.S.P.
agiraldod@eep.com.co
Andrés Escobar Mejía
Universidad Tecnológica de Pereira
andreses1@utp.edu.co
Mauricio Holguín Londoño
Universidad Tecnológica de Pereira
mau.hol@gmail.com

RESUMEN

Este proyecto se dividió en seis (6) etapas, con el fin de alcanzar los objetivos propuestos en este documento. Estas etapas estuvieron orientadas a realizar un análisis del desempeño de los dos clasificadores (AdaBoost y Bagging), para la detección de pérdidas no técnicas en el sistema de distribución de la EEP S.A. ESP.

En la primera etapa se realizó un análisis bibliográfico para el modelado de métodos de clasificación, con énfasis en detección de pérdidas en sistemas de distribución con base en los consumos asociados a los usuarios en un periodo de tiempo determinado. En la segunda etapa se seleccionaron dos métodos de clasificación basados en la minería de datos, además se seleccionaron dos métodos diferentes para obtener los datos de entrenamiento (método basado en conocimiento histórico y método basado en la silueta). Luego, en la tercera etapa se implementaron los métodos seleccionados en software Matlab tales como Bagging y Adaboost, el cual sirvió como herramienta de trabajo para ejecutar los clasificadores y obtener las respuestas de forma ordenada mediante una lista que contiene las matrículas asociadas a los clientes con irregularidad. En la cuarta etapa se realizó una interfaz que permitió seleccionar el archivo que contiene los usuarios por ciclo, además de seleccionar el tipo de uso y su estrato para realizar los métodos de clasificación. Luego, en la quinta etapa se realizaron las pruebas a los métodos desarrollados bajo distintos escenarios de prueba y se evidenciaron los problemas encontrados para el estudio de clasificadores en la detección de pérdidas no técnicas en sistemas de distribución. En la etapa final se reportaron los resultados obtenidos al aplicar la metodología propuesta para distintos escenarios de prueba, además se presentaron las conclusiones y trabajos a futuro.

Palabras Claves: AdaBoost, Bagging, pérdidas, software, minería de datos.

ABSTRACT

This project was divided into six (6) stages, in order to achieve the objectives proposed in this document. These stages were oriented to perform an analysis of the performance with two classifiers (AdaBoost and Bagging), for detection of non-technical losses in the distribution system in EEP S.A. ESP.

In the first stage a bibliographic analysis was performed for the modeling of classification methods, with emphasis on detection of losses in distribution systems based on the consumption associated with users in a period of time. In the second stage, two classification methods based on data mining were selected, and two different methods were selected to obtain training data (method based on historical knowledge and method based on silhouette).

Then, in the third stage, the methods selected in Matlab software such as Bagging and Adaboost were implemented, which served as a working tool to execute the classifiers and obtain the answers in an orderly manner by means of a list containing the licenses associated with customers with irregular consumptions.

For fourth stage an interface was made that allowed to select the file that contains the users per cycle, in addition to selecting the type of use and its stratum to develop the classification methods. Then, in the fifth stage the tests were carried out on the methods developed under different test scenarios and the problems found for the classifiers study in the detection of non-technical losses in distribution systems were evidenced.

In the final stage, the results obtained by applying the proposed methodology for different test scenarios were reported, and the conclusions and future work were presented.

Keywords: AdaBoost, Bagging, energy loss, software, data mining.
INTRODUCCIÓN

El suministro del servicio de energía eléctrica a los usuarios

residenciales, comerciales, industriales y en general, es producto del proceso de generación, transporte y comercialización del cual hacen parte varios actores. La producción de la energía es tarea de las empresas de generación, su función es emplear recursos como: agua, carbón, energía solar, etc. para convertirlos en energía eléctrica. Desde donde se produce la energía y hasta los diferentes puntos de consumo, se utilizan largas y grandes autopistas que conforman la red de transmisión; de allí se derivan ramales más pequeños o calles que componen la red de distribución y se transforma la energía en niveles adecuados para su comercialización o venta. Esto con el fin de usar electrodomésticos, equipos de oficina, máquinas de producción a nivel industrial o iluminación.

En el proceso de generación, transformación, distribución, se pueden presentar pérdidas desde el punto de generación hasta la entrega final a los usuarios. Dichas pérdidas de energía generan altos costos para los agentes involucrados en la prestación del servicio y los consumidores, impactando a cada uno de estos de la siguiente manera [1]:

1. El comercializador debe pagar al generador y al transmisor el total de la energía que ingresa a su sistema, aunque esta no sea facturada a los usuarios.
2. El distribuidor no recibe el pago por el uso de la infraestructura, asociado con el transporte de la energía que no es facturada.
3. El precio de la energía en Colombia se obtiene mediante un esquema de precio marginal; la generación adicional requerida por la existencia de pérdidas impone un precio marginal mayor el cual es trasladado directamente a los usuarios.
4. Los usuarios pagan un valor adicional al asociado a su consumo mensual, ya que en la tarifa se incluye el costo de pérdidas reconocidas en generación, transmisión y distribución.

La Empresa de Energía de Pereira S.A. E.S.P (EEP S.A. ESP) realiza esfuerzos importantes con el fin de garantizar la reducción en el indicador de pérdidas técnicas y no técnicas en su sistema de distribución. Las pérdidas técnicas son aquellas que son ocasionadas a la operación normal del sistema y consisten en la disipación de potencia en los componentes del sistema eléctrico, tales como líneas de distribución y transformadores. Por su parte, las pérdidas no técnicas son causadas principalmente por la alteración de los equipos de medida (hurto de energía) por parte de los usuarios.

El problema de las pérdidas no técnicas de energía es enfrentado a nivel mundial, con una mayor incidencia en los países en vía de desarrollo, dada la ilegalidad y cultura de hurto que allí se presenta. Sin embargo, en los países desarrollados como Estados Unidos y el Reino Unido también se presenta esta problemática, aclarando que los porcentajes de pérdidas varían de país en país dependiendo de diferentes factores como el grado de estabilidad política y los niveles de desarrollo económico y social de sus habitantes. El hurto estimado de energía para algunos países en vía de desarrollo es alto, y varía en un rango del 20% al 30%; contrario a los países desarrollados, los cuales alcanzan valores no superiores al 3.5%. En cualquier país, los montos de estas pérdidas tienen un impacto grande, desde el punto de vista económico. Por ejemplo, en los Estados Unidos en el año de 1998, las pérdidas no técnicas costaron a las empresas de distribución entre USD 1.000 millones y USD 10.000 millones, tomando como base utilidades alrededor de USD 280.000 millones [2, 6]. Para el caso de la EEP S.A. ESP estas pérdidas representan aproximadamente \$2.600 millones de pesos mensuales.

En lo que respecta a la detección de pérdidas no técnicas, en la literatura se reportan algunas acciones y estudios adelantados por los Organismos Reguladores (OR) en el sector eléctrico en diferentes países, uno de ellos es mencionado por Romero y

Vargas quienes destacan políticas regulatorias comunes para el tratamiento de las pérdidas de energía eléctrica. En el documento *Treatment of Losses by Network Operators, Position Conclusions paper* (2009), se observa la utilización de mecanismos de incentivos para su reducción y definición de costos asociados [4].

Estos mismos autores, reportan por ejemplo que en España se estableció la metodología de retribución en el año de la actividad para el período regulatorio, donde se incorporó un esquema simétrico de incentivos y penalizaciones a la tarifa, según el cumplimiento o no de las metas de disminución de las pérdidas de las empresas distribuidoras. De igual forma se concluye que si las empresas dan pérdidas reales menores a las pérdidas objetivo tienen un incremento en la tarifa de hasta un 1%, en caso contrario tienen una retribución hasta ese mismo valor.

Por tanto, es de resaltar que los trabajos efectuados para la detección de fraudes y pérdidas no técnicas en sistemas de distribución, son limitados en su mayoría ya que las empresas de energía utilizan básicamente dos métodos para detectar usuarios fraudulentos, tales como la instalación de medidores electrónicos en los usuarios finales, con el fin de detectar cualquier irregularidad o alteración del dispositivo de medición instalado y la aplicación de modelos estadísticos de estimación, mediante la evaluación técnica y el diseño económico en las redes de distribución instaladas. Sin embargo, estos métodos imponen altos costos operacionales y requieren el uso extensivo de recursos humanos para su aplicación, con el fin de minimizar este tipo de pérdidas en sistemas de distribución de energía eléctrica [8, 9, 10].

Debido a lo anterior, se han realizado diversas investigaciones con el fin de implementar una metodología eficiente para el análisis y la detección de clientes con consumos irregulares basados en minería de datos y métodos de aprendizaje de máquina, con el fin de encontrar patrones anómalos en el consumo de energía mediante métodos basados en la estadística, la distancia, la

densidad, el agrupamiento y la desviación de los perfiles de carga, es decir, el patrón de demanda en el consumo de energía para uno o varios clientes en un periodo de tiempo determinado [5, 15].

Estos métodos son la base para diferentes algoritmos de clasificación utilizados por diferentes autores en la detección de pérdidas no técnicas, tales como conjuntos aproximados, máquinas de soporte vectorial, redes bayesianas, arboles de decisión, métodos aumentados y métodos de votación [5, 7, 10, 16]. Estos algoritmos de clasificación han sido aplicados en diferentes países como Reino Unido [11], España [12], Brasil [13] y Colombia [14], entre otros, en los cuales se ha presentado una reducción en el porcentaje de pérdidas no técnicas, validando la importancia de los algoritmos de clasificación utilizando métodos de aprendizaje de máquina, aplicados al problema de pérdidas no técnicas en sistemas de distribución de energía eléctrica.

1.1 Planteamiento del problema

Las pérdidas no técnicas que experimentan las empresas de distribución tienen grandes impactos en diferentes áreas (operacional, comercial, etc.) e influyen en los resultados económicos y financieros de las mismas. Para el caso de la EEP S.A. ESP, se invierte alrededor de \$1.800 millones de pesos anuales en revisiones a predios, por lo que se requiere optimizar dichas actividades. La principal falencia es económica, por la gran cantidad de recursos invertidos en revisiones e inspecciones que se deben realizar de algunos predios, y su baja efectividad [3].

Este último impacto es el más crítico, ya que involucra la reducción de beneficios, la escasez de fondos de inversión en la mejora del sistema de potencia, y la necesidad de implementar medidas para hacer frente a las pérdidas en el sistema de potencia. Los impactos económicos fluyen desde las empresas distribuidoras de energía que están experimentando incrementos en las pérdidas hacia los usuarios registrados en el sistema comercial. En esos casos, los costos de las pérdidas no técnicas son traspasados a los usuarios para cubrirlas dentro de las operaciones de servicios públicos, los

cuales son reconocidos vía tarifa. Por lo tanto, la reducción de las pérdidas no técnicas es crítica para los operadores de las redes de distribución, garantiza que los costos tanto del proveedor como de los usuarios se minimicen y se mejore la eficiencia de la red de distribución.

Con base en lo anterior se pretende dar respuesta a la pregunta:

¿Qué metodologías son las más adecuadas para garantizar una mayor efectividad en las revisiones proyectadas a campo y si reducen los costos económicos a la EEP S.A. E.S.P por concepto de revisiones en terreno?

La respuesta a la pregunta de investigación es de especial interés para el grupo de investigación y para la EEP S.A. E.S.P ya que permitirá de una forma práctica automatizar el proceso de generación de campañas a terreno con el fin de determinar posibles usuarios con irregularidades en el equipo de medida, garantizar la reducción en el indicador de pérdidas comercial de la compañía y a su vez reducir costos por concepto de revisiones a realizar en campo.

1.2 Objetivo general

Desarrollar las metodologías Bagging y Adaboost que permitan el análisis de datos del sistema comercial de la EEP S.A. ESP, con el fin de identificar predios con irregularidades en su equipo de medida, que, a su vez, permitan reducir las pérdidas no técnicas en el sistema de distribución de la compañía.

1.3 Objetivos específicos

- Documentar el estado del arte sobre metodologías para la reducción de pérdidas no técnicas en sistemas de distribución.
- Seleccionar los parámetros más adecuados y caracterizar la base de datos que contiene la información comercial de clientes regulados de la EEP S.A. ESP.
- Seleccionar la metodología más adecuada para identificar los predios que sean escogidos como candidatos de revisión

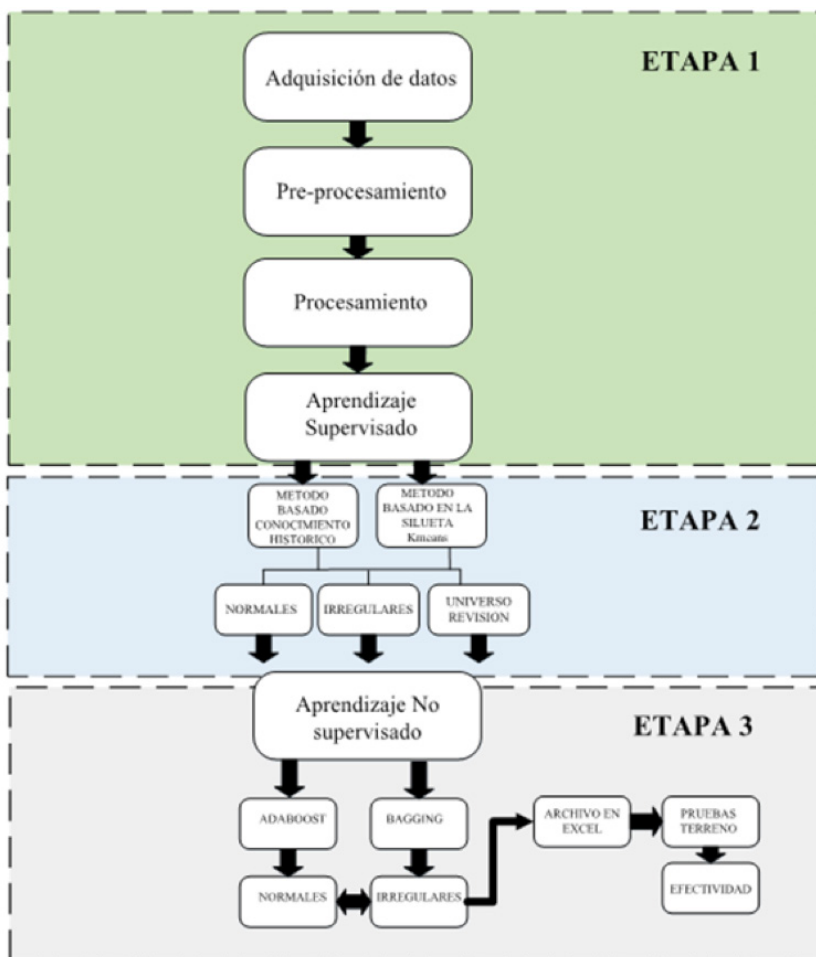
externa, de acuerdo con la base de datos del archivo de facturación del sistema comercial de la EEP S.A. ESP.

Validar la metodología presentada en un caso de estudio mediante pruebas en terreno, de acuerdo con los resultados obtenidos con las metodologías aplicadas y garantizar efectividad de las actividades marcadas para revisión.

MATERIALES Y MÉTODOS.

La metodología propuesta se divide en tres (3) etapas como se ilustra en la figura 3. De acuerdo con los resultados obtenidos se aplicará la metodología en el análisis de campañas en la EEP S.A. ESP, de modo que permita la optimización de recursos y de costos en los procesos de revisiones, y a su vez, la reducción del indicador estratégico de pérdidas de la EEP S.A. ESP.

Fig. 1. Metodología propuesta



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados del aprendizaje supervisado

Se proponen dos métodos diferentes para el aprendizaje supervisado. El primer método de agrupamiento utiliza el conocimiento de a priori del comportamiento de usuarios catalogados como normales e irregulares, mediante pruebas de

campo. El segundo método de agrupamiento separa en varios grupos la base de entrenamiento y selecciona el mayor como el grupo normal, mientras el menor grupo queda etiquetado como irregular.

En este proyecto, solo se presentan los resultados obtenidos con la segunda metodología, debido a su alta eficiencia comparada con la primera metodología de aprendizaje no supervisado, ya que utiliza el agrupamiento de k vecinos más cercanos (k-means) y el criterio de la silueta para encontrar los usuarios irregulares. En las figuras 6a y 6b, se presentan los resultados estadísticos para el aprendizaje supervisado con la segunda metodología propuesta, en usuarios comerciales para el ciclo 10 y el ciclo 16 respectivamente.

Tablas de datos para el aprendizaje supervisado	
Base de datos del ciclo: 10	
Estrato: Todos Tipo de uso: Comercial	
Numero de usuarios	552
Consumo promedio [kW]	520.3803
Consumo máximo [kW]	33330
Desviación estándar [kW]	1.5301e+03
Varianza [kW]	39.1182
Datos depurados	
Numero de usuarios	395
Consumo promedio [kW]	275.3616
Consumo máximo [kW]	1437
Desviación estándar [kW]	262.7635
Varianza [kW]	16.2100
Datos de prueba	
Numero de usuarios	82
Consumo promedio [kW]	283.2988
Consumo máximo [kW]	950
Desviación estándar [kW]	58.8270
Varianza [kW]	7.6699
Tablas de datos para el aprendizaje supervisado	
Base de datos del ciclo: 16	
Estrato: Todos Tipo de uso: Comercial	
Numero de usuarios	87
Consumo promedio [kW]	886.9272
Consumo máximo [kW]	94200
Desviación estándar [kW]	3.6886e+03
Varianza [kW]	60.7202
Datos depurados	
Numero de usuarios	66
Consumo promedio [kW]	206.8598
Consumo máximo [kW]	932
Desviación estándar [kW]	191.1182
Varianza [kW]	13.8246
Datos de prueba	
Numero de usuarios	13
Consumo promedio [kW]	412.5192
Consumo máximo [kW]	932
Desviación estándar [kW]	79.3795
Varianza [kW]	8.9095

(a)

(b)

Fig. 6. Resultados del aprendizaje supervisado para el ciclo 10 (a) y para el ciclo 16 (b)

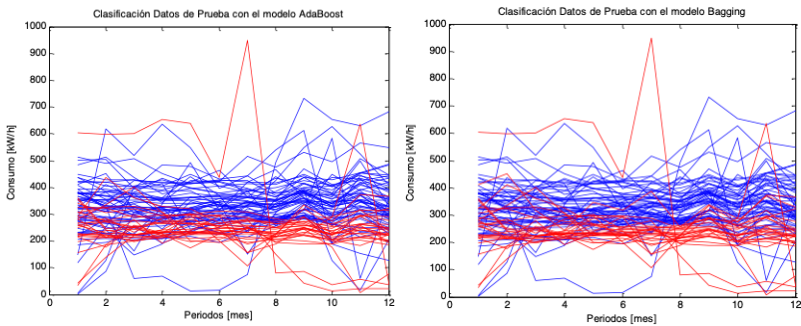
Resultados del aprendizaje no supervisado

A continuación, se presenta la base de datos de entrenamiento (Base de datos general luego de aplicarse los filtros de consumos ceros y consumos atípicos del sistema comercial, éste resultado se ingresa al proceso de asignación de etiquetas para seleccionar

dicha base de datos) y de prueba respecto a cada escenario, con la segunda metodología propuesta para el aprendizaje supervisado (Método basado en la silueta).

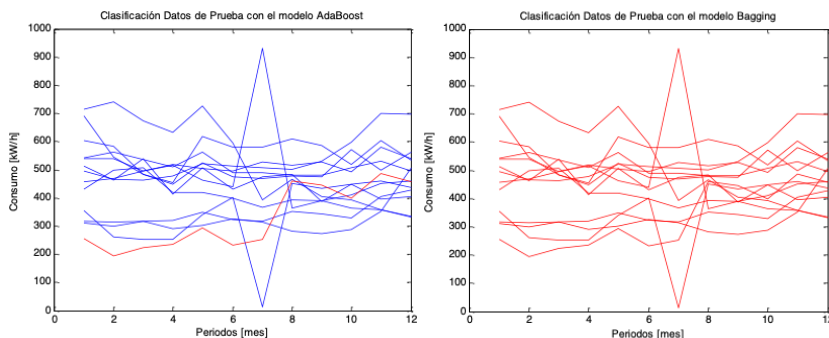
Se ingresan los datos depurados de entrenamiento y de prueba en los métodos de clasificación, para etiquetar los usuarios con comportamiento irregular de acuerdo con las metodologías propuestas. En las figuras 7a y 7b se muestran los resultados de la clasificación con el algoritmo AdaBoost y Bagging respectivamente, para el ciclo 10 con 82 usuarios tipo comerciales.

Fig. 7. Resultados con AdaBoost ciclo 10 (a) y resultados Bagging ciclo 10 (b)



En las figuras 8a y 8b, se presentan los resultados de la clasificación con el algoritmo AdaBoost y Bagging respectivamente, aplicados a 13 usuarios tipo comerciales en el ciclo 16.

Fig. 8. Resultados con AdaBoost, ciclo 16 (a) y resultados con Bagging, ciclo 16 (b)



Las figuras; 9, 10, 11 y 12, presentan el resumen estadístico de los resultados de clasificación con los algoritmos AdaBoost y Bagging, aplicados a usuarios tipo comerciales en el ciclo 10 y el ciclo 16 de la Empresa de Energía de Pereira.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de esta aplicación, se pudo evidenciar que de acuerdo con los clientes industriales Regulados y No Regulados, no llevan una curva característica, y al intentar realizar un análisis de consumo, no fue posible y no permitía seguir unos patrones que determinaran si era viable o no revisión. Por lo anterior, no se incluye este tipo de usuarios dentro de las bases de datos objetos de este estudio.

El método Adaboost es un método más estricto al momento de realizar el aprendizaje no supervisado y arroja usuarios puntuales y en menor cantidad para su revisión en terreno, permitiendo ahorrar en costos de revisión y garantizando una mayor efectividad; mientras que con Bagging se seleccionaba el 12.32 % de los usuarios, con Adaboost se concentraba en el 4.71% de los usuarios a revisar.

El método Adaboost presenta una mejora significativa en la efectividad respecto al Bagging ya que divide el universo de muestras con gran cantidad de clasificadores débiles y con características individuales que al unirse entregan un mejor clasificador que contiene las características de todos los clasificadores débiles, entregando un clasificador fuerte. El método Bagging utiliza muchos clasificadores individuales (Bootstrap) que al ser agregados entregan un clasificador promedio el cual suministra resultados aceptables, sin embargo, este método no tiene en cuenta las características individuales de cada uno de los clasificadores, siendo menos eficiente que Adaboost.

Las pruebas realizadas en terreno por parte de revisores de la EEP S.A. ESP fueron satisfactorias, ya que para la prueba del ciclo 10 de predios comerciales se obtuvo una efectividad del 23.08%, sobre el total de los predios intervenidos, con una proyección de energía recuperada de 26.51 MWh y \$13.13 millones de pesos. Para el ciclo 16 se obtuvo una efectividad del 33.33 %, con una proyección de energía recuperada de 5.7 MWh y \$2.82 millones de pesos.

Este aplicativo permitirá al área de recuperación de energía de la EEP S.A. ESP realizar un análisis ciclo por ciclo, por tipo de servicio (comercial, industrial y residencial por estrato) y determinar campañas de revisión más pequeñas, aunque más efectivas, que permitirán disminuir costos en pago de revisiones, pero aumentar ingresos por Recuperación de Energía.

BIBLIOGRAFÍA

[1]. Denice Jeanneth Romero López, Andrés Vargas Rojas. Modelo de Incentivos para la reducción de pérdidas de energía Eléctrica en Colombia. Revista Universidad Javeriana 13 Noviembre (2010).

- [2]. Edison A.C. Aranha Neto, Jorge Coelho. Probabilistic methodology for Technical and Non-Technical Losses estimation in distribution system. *Electric Power Systems Research* 97 (2013) 93– 99.
- [3]. Josif V. Spiric a, Miroslav B. Docic b, Slobodan S. Stankovic b. Fraud detection in registered electricity time series. *Electrical Power and Energy Systems* 71(2015) 42–5.
- [4] Grupo de Reguladores de Energía y Gas de Europa. (2009). Treatment of losses by network operators (ERGEG Position Conclusions Paper). Bruselas: Autor.
- [5]. Inigo Monedero A, Felix Biscarri a, Carlos Leon a, Juan I. Guerrero a, Jesus Biscarri b, Rocio Millan b. Detection of frauds and other non-technical losses in a power utility using Pearson coefficient, Bayesian networks and decision trees. *Electrical Power and Energy Systems* 34 (2012) 90–98
- [6] Smith, T. (2004). “Electricity theft: a comparative analysis”. *Energy Policy*, vol. 32(18): 2067- 2076.
- [7] Nagi, J.; Siah, K.; & Kiong, S. (2010). “Nontechnical Loss Detection for Metered Customers in Power Utility Using Support Vector Machines”. *IEEE Transactions On Power Delivery*, 25(2): 1162-1171.
- [8] Casa, N.; & Sunchu, M. (2009). Control y reducción de pérdidas no técnicas de energía mediante el método balance de energía por transformador en 19 sectores de la provincia de Cotopaxi designados por ELEPCO S.A. Ecuador: LATACUNGA / UTC.
- [9] K. Sridharan and N. N. Schulz, \Outage management through amr systems using an intelligent data _lter,” *Power Delivery, IEEE Transactions on*, vol. 16, pp. 669{675, 2001.

- [10] E. Gontijo, A. Delaiba, E. Mazina, J. E. Cabral, J. O. P. Pinto et al., "Fraud identification in electricity company customers using decision tree," in Systems, Man and Cybernetics, 2004 IEEE International Conference on, 2004.
- [11] A. P. Birch and C. Ozveren, "An adaptive classification for tariff selection," in Metering Apparatus and Tariffs for Electricity Supply, 1992, Seventh International Conference on, 1992.
- [12] S. Verdu, M. Garcia, F. Franco, N. Encinas, A. Marin, A. Molina, and E. Lazaro, "Characterization and identification of electrical customers through the use of self-organizing maps and daily load parameters," in Power Systems Conference and Exposition, 2004. IEEE PES, 2004.
- [13] J. Jardini, C. M. V. Tahan, M. Gouvea, S. U. Ahn, and F. M. Figueiredo, "Daily load profiles for residential, commercial and industrial low voltage consumers," Power Delivery, IEEE Transactions on, vol. 15, pp. 375-380, 2000.
- [14] J.D. Gómez, "Aplicación de la metodología para evaluar el índice de potencialidad de infracción (ipi) en el mercado atendido por Dispac S.A E.S.P. en la ciudad de Quibdó-Chocó," 2009, Universidad de los Andes-Bogotá, Colombia.
- [15] A. H. S.V., Allera, "Load profiling for the energy trading and settlements in the uk electricity markets," in DA/DSM Europe DistribuTECH Conference, 1996.
- [16] L. I. Kuncheva and C. J. Whitaker, "Measures of diversity in classifier ensembles and their relationship with the ensemble accuracy," Machine Learning, vol. 51, pp. 181-207, 2003.

10

CAPÍTULO DIEZ

**Diseño e implementación de sistemas de
medición magnética y magnetoeléctrica:
detector mössbauer y coeficiente
magntoeléctrico**

**Design and implementation of magnetic
and magnetoelectrical measurement
systems: mössbauer detector and magnto-
electrical coefficient**

Johanna Gil Monsalve
Universidad de Antioquia
johanna.gilm@udea.edu.co
Milton Humberto Medina Barreto
Universidad Tecnológica de Pereira
mmedina@utp.edu.co
Beatriz Cruz Muñoz
Universidad Tecnológica de Pereira
bcruz@utp.edu.co

RESUMEN

En la actualidad con los avances tecnológicos y la disminución en las escalas de diseño y estudio de los materiales, la espectroscopia Mössbauer continúa brindando una gran oportunidad para cuantificar las interacciones hiperfinas nucleares facilitando la detección de la respuesta magnética de sistemas base hierro, ampliamente utilizados en aplicaciones industriales e investigación en ciencia básica. Sin embargo, a pesar existir varios laboratorios en el país con la técnica implementada, en su mayoría carecen de la implementación de la geometría de reflexión, lo cual imposibilita el estudio de los fenómenos magnéticos superficiales. Adicionalmente, como complemento a la espectroscopia Mössbauer en la caracterización de sistemas magnéticos, la medición del coeficiente magnetoeléctrico en sistemas compuestos o de fase simple con propiedades magnetoeléctricas (obtener una respuesta eléctrica al aplicar un campo magnético o viceversa) abre toda una gama de posibilidades en la investigación de materiales nanoestructurados. Por esta razón, se propuso en este proyecto diseñar y construir un detector de electrones para realizar estudios magnéticos superficiales de muestras en volumen y películas delgadas mediante la técnica de espectroscopia Mössbauer por reflexión (ICEMS). Además, diseñar e implementar un sistema de medición por el método dinámico del coeficiente magnetoeléctrico (ME) de muestras con comportamiento magnetoeléctrico a temperatura ambiente. Para cumplir con los objetivos propuestos, en primera instancia se definieron los criterios de diseño y de selección de elementos, los parámetros físicos, tipos de materiales y características para la construcción de ambos sistemas. Posteriormente, se procedió a construir y probar los sistemas mediante la caracterización de diferentes materiales. De acuerdo con la técnica de espectroscopia Mössbauer y para poder utilizar la cámara en muestras con diferente espesor, el detector se diseñó utilizando un tornillo micrométrico que permitiera acondicionar la distancia entre la superficie de la muestra y los hilos conductores. De igual forma el

segundo equipo (coeficiente magnetoeléctrico) se construyó para funcionar de forma versátil independiente del tipo de muestra. Se construyó y caracterizó espacialmente una bobina de Helmholtz para campos AC los cuales se superponen al DC. Además, se construyó un portamuestra especial para realizar las medidas a temperatura diferente al ambiente. Se diseñó un programa en LabView el cual a través de una interfaz gráfica sencilla para el usuario controla el sistema de medición de coeficiente magnetoeléctrico a temperatura ambiente y alta temperatura. Se implementó un sistema para el control de la temperatura mediante el montaje de un porta-muestra basado en el método de Gouy y un circuito de control de temperatura utilizando una resistencia de calefacción tubular, un control de temperatura Checkman, un SSR de 40 A y una PT100 para la medición de temperaturas. Tanto el portamuestra como el circuito de control fueron agregados al sistema de medición de coeficiente magnetoeléctrico a temperatura ambiente. En conclusión, se implementaron los equipos y se realizaron medidas para verificar su funcionamiento.

Palabras Claves: Espectroscopia Mössbauer de electrones de conversión, instrumentación nuclear, coeficiente magnetoeléctrico, diseño e instrumentación

ABSTRACT

Nowadays, despite of the continuous technological advances combined with the decrease in the scales of design and study of materials, Mössbauer spectroscopy continues to provide a great opportunity to quantify nuclear hyperfine interactions, facilitating the detection of the magnetic response of iron-based systems, widely used in industrial applications and research in basic science. Even though there are several laboratories in our country with this technique at their disposal, they mostly lack the implementation of reflection geometry, which allows the study of surface magnetic phenomena. Additionally, as a complement to the Mössbauer spectroscopy in the characterization of magnetic

systems, the measurement of the magnetoelectric coefficient in composite or single-phase systems with magnetoelectric properties (obtaining an electrical response when applying a magnetic field or vice versa) opens up a whole range of possibilities in the research of nanostructured materials. Thus, under this project it was proposed the design and construction of an electron detector to perform surface magnetic studies of samples in bulk and thin films using Mössbauer spectroscopy by reflection (ICEMS). In addition, it was designed and implemented a magnetoelectric coefficient measurement system through the dynamic method, on samples with magnetoelectric behavior at room temperature. To achieve the proposed objectives, the design and element selection criteria, physical parameters, equipment, types of materials and characteristics for the construction of both systems were defined in the first instance. Subsequently, we proceeded to build and to test the equipments by the characterization of the different materials. According to the Mössbauer spectroscopy technique and in order to be able to use the camera for samples with different thicknesses, the detector was designed using a micrometer screw that allowed to vary the distance between the surface of the sample and the conductive wires. Similarly, the second device (magnetoelectric coefficient) was built to operate in a versatile way regardless of the type of sample. A Helmholtz coil was constructed and characterized spatially for AC fields which overlap a DC one. In addition, a special sample holder was constructed to perform measurements at temperatures different than room temperature. A user interface developed in LabVIEW was designed, which controls the magnetoelectric coefficient measurement system at room temperature and high temperature. A system for temperature control was implemented by mounting a sample holder based on the Gouy method and a temperature control circuit using a tubular heating resistor, a Checkman temperature control, a SSR of 40 A and PT100 were used to measure temperature. Both the sample holder and the control circuit were added to the magnetoelectric coefficient measurement system at room temperature. In conclusion, both equipments were implemented, and measures

were taken to corroborate its optimal operation.

Keywords: Conversion Electron Mössbauer Spectroscopy, nuclear instrumentation, magnetoelectric coefficient, design and instrumentation

INTRODUCCIÓN

El efecto Mössbauer es un fenómeno de fluorescencia resonante que emplea como fuente de energía diferentes isótopos radiactivos de hierro, estroncio, europio, indio, entre otros y permite la cuantificación de las interacciones nucleares hiperfinas tales como el desvío isomérico (IS), el desdoblamiento cuadrupolar (QS), ancho de línea (Γ) y el campo hiperfino medio [1, 2]. Este fenómeno es sensible a pequeñas diferencias entre la estructura de un núcleo emisor y un núcleo absorbente, donde la absorción depende del estado electrónico, químico y magnético de los átomos que componen el material de estudio; siendo posible censar la forma en que interactúan los núcleos atómicos con su entorno, por medio de las interacciones hiperfinas [3]. Para medir un espectro Mössbauer existen dos formas geométricas: Transmisión (se utiliza polvo del volumen de la muestra) y Reflexión (mide directamente la superficie la muestra). A este segundo arreglo se le denomina espectroscopia Mössbauer de electrones de conversión (CEMS), debido a que la información proporcionada se genera en su mayoría por electrones que son arrancados de los diferentes niveles electrónicos del átomo [4], permitiendo coleccionar electrones de una profundidad aproximada de 400 nm [5] de acuerdo con dos modalidades: Integral (ICEMS) donde no se discrimina la energía de los electrones y Diferencial (DCEMS) en la que la información registrada corresponde a electrones en ciertos niveles de energía [6, 7]. Los detectores ICEMS más empleados se conocen como contadores de gas y espectrómetros de electrones [8]. Nuestro interés se centra en contadores proporcionales de flujo de gas que emplean usualmente He, mezcla de He-CH₄ ó mezcla de He-Co (con el fin de multiplicar los electrones), acompañado de un

ánodo compuesto por uno, dos o tres hilos [9-10].

Por otra parte, el efecto magnetoeléctrico tiene lugar en materiales que presentan simultáneamente ordenamiento ferromagnético, ferroeléctrico y ferroelástico, en éstos la dirección de la magnetización del material, puede ser cambiada cuando están bajo la influencia de un campo eléctrico o un campo magnético [11]. Para medir el coeficiente magnetoeléctrico (α) de estos materiales se pueden utilizar cuatro métodos; el estático, cuasi-estático, dinámico y el más recientemente descubierto el pulsado [12]. La medición de α mediante el método dinámico consiste en la exposición de un material multiferroico a dos campos magnéticos controlados; uno AC superpuesto a un campo DC, que inducen en el material una respuesta eléctrica que permitirá obtener indirectamente el coeficiente magnetoeléctrico de dicho material, el cual depende del voltaje inducido en la muestra, el espesor de ésta y la amplitud del campo magnético AC [13]. Una expresión para α se muestra a continuación:

$$\alpha = V / (h_0 d) \quad (1)$$

donde h_0 es la intensidad del campo magnético AC aplicado, d es el espesor de la muestra y V es el voltaje en los extremos de la muestra [14, 15, 16]. Para el diseño e implementación de un sistema de medición del coeficiente magnetoeléctrico se debe considerar el tipo de material a estudiar. Los materiales de fase simple tienen una respuesta débil y requieren bajas temperaturas, mientras que los composites pueden ser trabajados a temperatura ambiente y alta temperatura.

En este trabajo se presenta el diseño y la construcción de dos sistemas de caracterización de materiales: un contador proporcional de flujo de gas y un sistema de medición de coeficiente magnetoeléctrico mediante el método dinámico a temperatura ambiente, disminuyendo con esto, el costo que representa la adquisición de sistemas de este tipo. En el primer caso, el sistema sirve para la caracterización de la superficie de

muestras en volumen y en películas delgadas con un área máxima de 1 cm² utilizando la técnica de espectroscopia Mössbauer de electrones de conversión integral (ICEMS). El sistema de detección, el cual hace el papel de transductor entre la muestra y el módulo de procesamiento de la información, incluye una mezcla de gas He-CH₄ con 5% de CH₄ que fluye a través del sistema. En el segundo caso, el sistema determina cómo es la variación del coeficiente magnetoeléctrico con respecto a la densidad de flujo magnético DC y AC que estimulan el material en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Diseño y construcción contador proporcional de flujo de gas: detector ICEMS [17, 18]

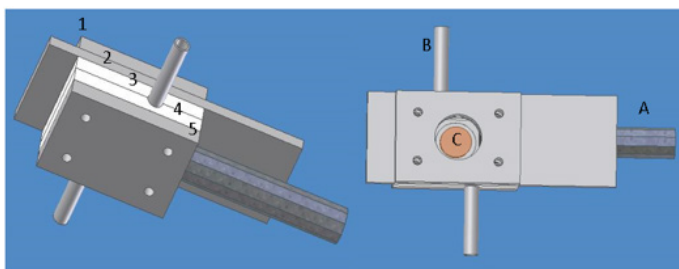
En la figura 1 se presenta el plano con vista lateral y superior del detector ICEMS construido, el cual está conformado por cinco placas rectangulares: tres de acero inoxidable (numeradas como 1, 2 y 5) y dos de acrílico (marcadas como 3 y 4) ubicadas en medio de las placas 2 y 5 (Figura 1a.). Las dimensiones externas de las placas (alto x ancho x largo) son 4,5 mm x 30,0 mm x 40,0 mm excepto la placa 2 que tiene 3,0 mm x 40,0 mm x 80,0 mm. Las placas 1 y 2 tienen un orificio circular de 15,0 mm protegido por una lámina Mylar que colima la radiación gamma proveniente de la fuente radiactiva (Figura 1b). Las placas 3, 4 y 5 tienen dimensión interior cuadrada de 15,0 mm x 15,0 mm. Entre las placas 3 y 4 se sujeta el filamento de cobre encargado de coleccionar la información proveniente de la muestra. Mientras que en la placa 5 (acero) se ubica la muestra a estudiar y además sirve como tapa del detector. Se incluyó un bloque de acrílico entre las placas 2 y 3 con el fin de filtrar los rayos X generados por los fotoelectrones convirtiéndose en señal de ruido. En la Figura 1b., se observa la ubicación del conector de alto voltaje (A), la orientación de los tubos de acero inoxidable por donde pasa el gas de conteo (B) y la posición de la muestra en el interior de la cámara (C) [17, 18].

Una vez construido y ensamblado el contador se ubicó en un

espectrofotómetro Mössbauer que utiliza una fuente radioactiva de ^{57}Co , se puso a fluir en forma cuasi estacionaria una mezcla He-CH₄ con 5% de CH₄ y se obtuvieron espectros para tres diferentes materiales: moneda de hierro puro, acero inoxidable y arandela comercial.

Se utilizó como muestra patrón la moneda de hierro y se determinó que la distancia entre el filamento y la superficie de la muestra debe estar en un rango entre 0,7 mm –1,4 mm con el fin de obtener mayor eficiencia de conteo. Por debajo del límite inferior se generan arcos eléctricos que modifican el entorno químico de la superficie de la muestra y por encima del límite superior (1,4 mm) la eficiencia disminuye notablemente y para compensar se hace necesario aumentar la intensidad del campo eléctrico, disminuyendo notablemente la vida útil del hilo conductor. Además, se determinó que los parámetros óptimos de trabajo son: distancia filamento-muestra de 0,8 mm, flujo de gas de aproximadamente 36 burbujas por minuto y un rango de voltaje entre 990 V y 1100 V. Con estos parámetros se obtuvieron aproximadamente 63 cuentas/por minuto/por canal. El análisis y ajuste de los espectros se realizó mediante el programa MOSFIT [19].

Figura 1. (a) Vista lateral con la numeración de cada una de las placas y (b) vista superior del detector ICEMS donde, A: Conector de alto voltaje, B: Tubos para el flujo del gas de conteo, C: Ubicación de muestra [17, 18]



(a)

(b)

2. Diseño y construcción de un sistema de medición del coeficiente magnetoeléctrico

Los materiales necesarios para el diseño de un sistema de medición del coeficiente magnetoeléctrico mediante el método dinámico son principalmente: un generador de campo magnético DC y uno AC; en este caso se llevó a cabo el desarrollo de la fuente de corriente AC y los circuitos de pre procesamiento para las señales implícitas en el proceso; en tanto que las tareas de adquisición y generación de estas señales se realizaron por el Lock-in y por una tarjeta de adquisición de datos. Para el desarrollo del equipo, el sistema se estructuró en dos conjuntos funcionales: (a) eléctrico y (b) de instrumentación y control, esto con el fin de definir las variables físicas a controlar y plantear los criterios de diseño. La figura 2 muestra el esquema del diagrama de bloques para el sistema de medición del coeficiente magnetoeléctrico mediante el método dinámico a temperatura ambiente. Para cada uno de los conjuntos funcionales se muestran los elementos necesarios para el diseño del sistema, los cuales se describen a continuación:

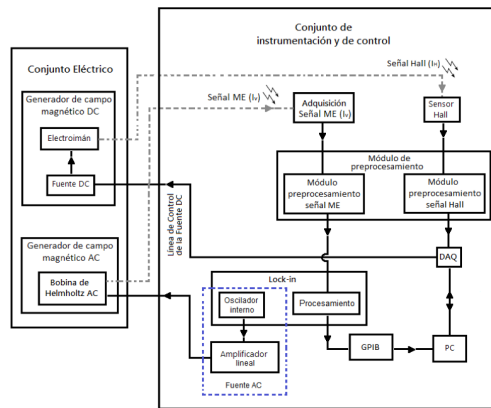
2 (a). Conjunto eléctrico: es el encargado de producir los

estímulos magnéticos para que el material de interés genere una respuesta eléctrica, se encuentra formado por los generadores de campo magnético DC y AC. El primero, lo forman un electroimán (marca Phylatex que puede generar una densidad de flujo magnético máxima de $1600 \text{ mT} \pm \%8$, para una corriente de $15,0 \text{ A}$ con una separación entre los núcleos de $1,0 \text{ cm}$ [14]) y una fuente de corriente DC que lo alimenta marca Kepco ATE 75-15M. El generador de campo magnético AC se compone de una fuente de corriente AC y una bobina de Helmholtz. Para la fuente de corriente AC se utilizó el oscilador interno de un Lock-in, que puede producir una señal sinusoidal con frecuencias entre 1 mHz hasta $102,0 \text{ kHz}$; además, permite variar la amplitud de señal en un rango de $4,0 \text{ mVrms}$ a $5,0 \text{ Vrms}$ y una corriente máxima de salida de 10 mA ; debido a la intensidad de esta corriente, fue necesario utilizar un amplificador lineal TDA2003, con el fin de generar una señal de corriente suficiente para producir el campo magnético AC deseado. De acuerdo con la bobina de Helmholtz, esta fue construida con alambre de cobre de 20 AWG , diámetro medio $6,0 \text{ cm}$, 130 vueltas y una resistencia de $4,0 \Omega$; opera con una corriente nominal de 538 mA en servicio continuo y corriente máxima de 808 mA en servicio de corta duración, generando campos magnéticos AC en un rango de $0,1 \text{ mT}$ y $4,0 \text{ mT}$.

2 (b). Conjunto de instrumentación y control: lo conforman un módulo instrumental que contiene los circuitos para el pre procesamiento de la señal de voltaje generada por la muestra (señal ME) y la señal del sensor Hall (señal Hall), una GPIB y una DAQ. Para el acondicionamiento de la señal ME se utilizó una etapa de amplificación y filtrado, utilizando un amplificador de instrumentación INA121 con una ganancia de 2 seguido de un filtro aproximación Butterworth pasa banda de orden 2 , arquitectura Sallen key con frecuencia de corte de $100 \text{ Hz} - 1000 \text{ Hz}$, frecuencias que abarcan la frecuencia entregada por el generador de señales para producir el campo magnético sinusoidal. Se utilizaron las entradas diferenciales de un amplificador Lock-in SR830 para medir la señal de salida del pre procesamiento. Para

medir el campo magnético DC (señal Hall), se utilizó un sensor de efecto Hall UGN3503, que a pesar de presentar un rango de funcionamiento muy limitado 0,0 mT a 90,0 mT, es suficiente para las medidas realizadas. Para el acondicionamiento de la señal Hall se utilizó un amplificador de instrumentación INA121 con ganancia unitaria seguido de un filtro Butterworth pasa bajo de orden 4, arquitectura Sallen key y frecuencia de corte en 0,1 Hz; esta señal es recibida por una DAQ NI PCI-6220, quien, a su vez, a través de uno de los puertos digitales genera la señal de control que permite el funcionamiento de la fuente de corriente DC. Tanto la señal ME como la señal Hall son necesarias para realizar la curva de coeficiente magnetoeléctrico en función del campo magnético DC para una frecuencia de campo AC determinada. La interfaz de usuario que permite al experimentador la configuración de los parámetros de entrada y la visualización de las señales implícitas en el proceso se desarrolló en LabVIEW 7.1 [20]. La figura 2 muestra un diagrama de bloques del sistema ME mediante el método dinámico a temperatura ambiente.

Figura 2. Diagrama de bloques del sistema ME presentando cada una de las componentes de los conjuntos funcionales en los que se subdividió: (a) eléctrico, (b) instrumentación y control.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se describen los resultados del proceso de implementación de cada uno de los equipos construidos.

A. Parámetros de trabajo del detector ICEMS construido [17, 18]

En la figura 3a. se presenta la fotografía del detector ICEMS construido, donde se observa al lado izquierdo el conector de alto voltaje y los tubos de entrada y salida del flujo de gas. Una vez en funcionamiento se tomaron espectros de altura de pulsos (PHA) que permiten verificar la detección de electrones emergentes de la superficie de la muestra. En la Figura 3b. se observa el obtenido con un voltaje de 990 V en un rango de canales entre 20 – 256. Como se espera el espectro PHA no discrimina energía de los electrones detectados, por esta razón con el fin de mejorar la eficiencia del conteo en el menor tiempo posible, es necesario tomar espectros Mössbauer en diferentes rangos de canales para escoger la ventana más adecuada. Este proceso se realizó durante 12 y 33 horas para los canales entre 80-230, 155-230, 200-250. Los espectros obtenidos evidencian los seis picos característicos de la fase α -Fe correspondientes al desdoblamiento magnético de sus niveles nucleares, pero se observan diferencias en el grado de definición de los picos y en sus intensidades relativas lo cual se atribuye a que, para cada rango de ventana escogida, la cantidad de electrones no-resonantes (asociados a la línea base) puede ser mayor al número de electrones resonantes (los cuales contienen la información Mössbauer). La mejor relación señal/ruido se obtuvo para el espectro medido durante 12 horas en el rango de canales 155-230 (Figura 3c).



Figura 3a. Detector de flujo de gas construido [18]

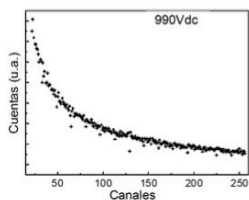


Figura 3b. Espectro PHA de electrones de conversión para moneda de Fe [18]

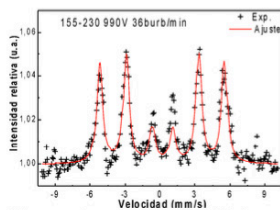


Figura 3c. Espectro Mössbauer ICEMS para una moneda de hierro tomado durante 12 h entre los canales 155-230 [18]

B. Espectro de calibración y caracterización magnética de un trozo de arandela con alto grado de oxidación utilizando el detector ICEMS construido [18]

En la figura 4 se presenta el espectro Mössbauer de la muestra de hierro (espectro de calibración) medido utilizando una velocidad máxima de 10,12 mm/s, y ajustado con un sexteto (95 %) y un doblete (5 %) obteniendo un factor de ajuste $\chi^2=1,77$. El ajuste de los parámetros hiperfinos arrojó para el sexteto un ancho de línea $\Gamma = 0,160$ mm/s, $IS = 0,312$ mm/s, desdoblamiento cuadrupolar $QS = -0,036$ mm/s y campo hiperfino de 330 kOe (típico de la fase α -Fe). La zona central del espectro se ajustó con un doblete de ancho $\Gamma = 0,141$ mm/s, $IS = -1,745$ mm/s y $QS = 0,420$ mm/s que son atribuidos a la posible presencia de óxidos superficiales debido al proceso de sinterización utilizado para la fabricación de la muestra.

En la figura 5 se muestra el espectro Mössbauer de una arandela comercial oxidada medida con una velocidad máxima de 10,12 mm/s ajustado con un doblete y un sexteto. El doblete representa el desdoblamiento que sufre el momento cuadrupolar nuclear por la fuerte presencia de los óxidos en el entorno nuclear, dado que el material estuvo expuesto a la atmósfera del laboratorio donde la presión parcial de oxígeno es alta ($pO_2 = 0,2$ atm) [18]. Los valores para $QS = -0,693$ mm/s, $IS = 0,223$ mm/s y $\Gamma = 0,434$ mm/s sugieren que las especies presentes en la superficie de la arandela se asocian con un oxihidróxido férrico [21].

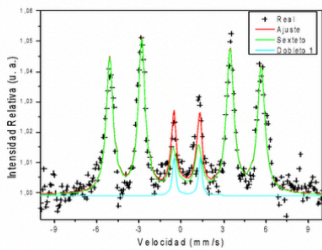


Figura 4. Espectro Mössbauer ICEMS de la muestra de calibración (moneda de hierro) medido con el detector de flujo de gas construido [18].

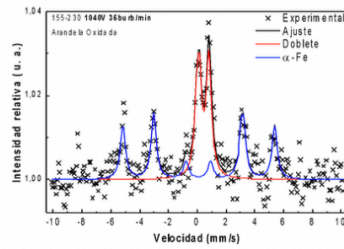


Figura 5. Espectro Mössbauer ICEMS de una arandela comercial oxidada medido con el detector de flujo de gas construido [18].

C. Montaje experimental del sistema de medición del coeficiente magnetoeléctrico [22]

El montaje experimental completo del sistema de medición de coeficiente magnetoeléctrico mediante el método dinámico a temperatura ambiente se muestra en la figura 6, donde se detallan cada una de las partes que lo componen en general.

Figure 6. (a) Esquema y (b) Montaje experimental del sistema de medidas magnetoeléctricas operando a temperatura ambiente implementado en la UTP [22]



La bobina de Helmholtz operando en AC, incluye un portamuestra que permite el posicionamiento de la muestra, asegurando un posicionamiento perpendicular a la dirección del vector de densidad de flujo magnético de ambas bobinas y conteniendo los dos electrodos con recubrimiento de pintura de plata, que permiten la correcta conexión con la muestra, para poder captar la señal ME generada cuando es estimulado magnéticamente el material en estudio. El diagrama esquemático de diseño del portamuestra se detalla en la figura 7.

Medida del coeficiente magnetoeléctrico para una película delgada de BiFeO₃

Usando el montaje experimental mencionado anteriormente, se estudió el efecto magnetoeléctrico de una película delgada de BiFeO₃. La figura 8 presenta la variación del coeficiente magnetoeléctrico (α) en función de la densidad de flujo magnético DC, para diferentes valores de campo AC y frecuencia. Los valores de α se incrementaron con el aumento en el campo magnético DC y se saturaron alrededor de cierto valor. Esta tendencia concuerda con lo reportado por Dong y Arya [23, 24]. Se observó además que a medida que la densidad de flujo magnético AC disminuye, el valor del coeficiente magnetoeléctrico aumenta; lo cual está acorde con la ecuación (1) y con el análisis realizado del comportamiento de la bobina de Helmholtz operando en AC. A partir de la ecuación (1) se obtuvo un coeficiente magnetoeléctrico de 192,82 V/cmOe; 98,32 V/cmOe y 37,35 mV/cmOe para 1000 Hz, 500 Hz y 200 Hz respectivamente, observándose que el valor de campo DC para el cual se satura el material aumenta cuando disminuye la frecuencia.

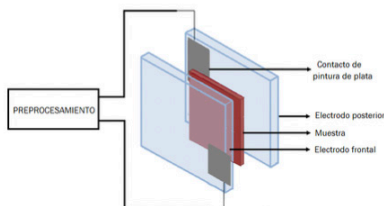


Figura 7. Portamuestra para el equipo implementado cuando opera a 300 K.

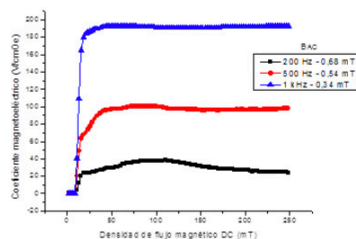


Figura 8. Variación del coeficiente magnetoeléctrico en función de la densidad de flujo magnético DC a 300 K en una muestra de BiFeO_3 , variando la frecuencia

CONCLUSIONES

Se diseñó e implementó un detector de electrones que funciona como un contador proporcional de flujo de gas para ser utilizado en la técnica de espectroscopia Mössbauer de reflexión. Además, se implementó un sistema de medidas magnetoeléctricas mediante el método dinámico que opera a temperatura ambiente. Como prueba de funcionamiento del detector ICEMS se analizaron muestras con contenido de hierro obteniendo los parámetros hiperfinos característicos de los fenómenos de oxidación. Por otro lado, se reportó la variación del coeficiente magnetoeléctrico en función del campo DC y AC de una película delgada de BiFeO_3 cuyo comportamiento está de acuerdo con reportes en la literatura.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Tecnológica de Pereira por la financiación parcial de este trabajo en marco del proyecto (3-14-2) titulado: “Diseño e implementación de sistemas de medición magnética y magnetoeléctrica: Detector Mössbauer y coeficiente magnetoeléctrico” y a la Convocatoria 617 de Jóvenes Investigadores de Colciencias.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Sorescu, “Introducción a la Espectroscopía Mössbauer para estudiantes de licenciatura”, *Journal of Materials Education*, vol. 25, no. 4-6, pp. 145-154, 2003.
- [2] M. Dyar, D. Agresti, M. Schaefer, C. Grant and E. Sklute, “Mössbauer spectroscopy of earth and planetary materials”, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, vol. 34, no. 1, pp. 83-125, 2006.
- [3] T. Cranshaw, “Mossbauer spectroscopy”, *Journal of Physics E: Scientific Instruments*, vol. 7, pp. 495-505, 1974.
- [4] Z. Kajcsos et al., “Icems and dcems study of Fe layers evaporated onto Al and Si”, *Hyperfine Interactions*, vol. 57, no. 1-4, pp. 1883-1888, 1990.
- [5] D. Hernández and F. Sendoya, “Aplicación de la técnica de espectroscopía Mossbauer de electrones de conversión a estudios de corrosión”, *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, vol. 16, pp. 78-82, 1996.
- [6] F. Salvat and J. Parellada, “Theory of conversion electron Mössbauer spectroscopy (CEMS)”, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, vol. 1, no. 1, pp. 70-84, 1984.
- [7] J. Sawicki, “Conversion Electron Mössbauer Scattering. A Technique for Structural Microanalysis of Thin Films and Subsurface Regions in Materials”, in *Industrial Applications of the Mössbauer Effect*, G. Long, Ed. Plenum Press, 1986, p. 83.

- [8]K. Nomura, Y. Ujihira and A. Vértes, “Applications of conversion electron Mössbauer spectrometry (CEMS)”, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry Articles*, vol. 202, no. 1-2, pp. 103-199, 1996.
- [9]J. Gancedo, M. Gracia and J. Marco, “Cems methodology”, *Hyperfine Interactions*, vol. 66, no. 1-4, pp. 83-93, 1991.
- [10]D. Cook, “A gas flow proportional counter for the Mössbauer study of surfaces between 100 K and 400 K”, *Hyperfine Interactions*, vol. 29, no. 1-4, pp. 1463-1466, 1986.
- [11]L. Fuentes-Cobas, J. Matutes-Aquino and M. Fuentes-Montero, “Magnetoelectricity”, in *Handbook of Magnetic Materials*, K. Buschow, Ed. 2011, pp. 129-229.
- [12]G. Duong et al., “The lock-in technique for studying magnetoelectric effect”, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, vol. 316, no. 2, pp. 390-393, 2007.
- [13]M. Mahesh Kumar, A. Srinivas, S. Suryanarayana, G. Kumar and T. Bhimasankaram, “An experimental setup for dynamic measurement of magnetoelectric effect”, *Bulletin of Materials Science*, vol. 21, no. 3, pp. 251-255, 1998.
- [14]K. Kowal, E. Jartych, P. Guzdek, A. Lisińska-Czekaj and D. Czekaj, “Magnetoelectric effect in $(\text{BiFeO}_3)_x-(\text{BaTiO}_3)_{1-x}$ solid solutions”, *Materials Science-Poland*, vol. 33, no. 1, pp. 107-112, 2015.
- [15]A. García-Arribas et al., “Sensor Applications of Soft Magnetic Materials Based on Magneto-Impedance, Magneto-Elastic Resonance and Magneto-Electricity”, *Sensors*, vol. 14, no. 5, pp. 7602-7624, 2014.

- [16]L. Martin, Y. Chu and R. Ramesh, “Advances in the growth and characterization of magnetic, ferroelectric, and multiferroic oxide thin films”, *Materials Science and Engineering: R: Reports*, vol. 68, no. 4-6, pp. 89-133, 2010.
- [17]B. Cruz, M. Medina, K. Gil and J. Osorio Osorio, “Diseño e implementación de un detector de electrones en espectroscopia Mössbauer por reflexión”, *Entre Ciencia e Ingeniería*, vol. 10, no. 20, pp. 37-40, 2016.
- [18]J. Marín Ramirez et al., “Design and construction of a proportional gas flow meter with application in Mössbauer spectroscopy”, *Scientia et Technica*, vol. 23, no. 3, pp. 406-411, 2018.
- [19]F. Varret and J. Teillet, “MOSFIT Program”, Université du Maine, [unpublished], 1976.
- [20]A. Ramirez Hurtado et al., “Implementación en Entorno Labview de un Sistema Multifuncional de Medidas Magnetoópticas y Magnetoeléctricas para Caracterización de Materiales”, *BISTUA*, vol. 14, no. 2, pp. 116, 2016.
- [21]M. Brett, “The Passive Film on Iron: An Investigation by Electron Back-Scattering Mössbauer Spectroscopy”, *Journal of The Electrochemical Society*, vol. 133, no. 10, pp. 2031, 1986.
- [22]K. Gil, J. Gil, B. Cruz, A. Ramirez, M. Medina and J. Torres, “Experimental set up of a magnetoelectric measuring system operating at different temperatures”, *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 687, pp. 012090, 2016.
- [23]Shuxiang Dong, et al., “Longitudinal and transverse magnetoelectric voltage coefficients of magnetostrictive/piezoelectric laminate composite: experiments”, *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control*, vol. 51, no. 7, pp. 794-799, 2004.

[24]G. Arya, R. Kotnala and N. Negi, “A Novel Approach to Improve Properties of BiFeO₃ Nanomultiferroics”, Journal of the American Ceramic Society, vol. 97, no. 5, pp. 1475-1480, 2014.

11

**CAPÍTULO
ONCE**

Herramienta de análisis y resolución a los tipos de pregunta de las pruebas integrales

Analysis and resolution tool for question types of comprehensive tests

AUTORES

Alex Fernando Ortíz Alarcón

Institución Educativa Distrital Orlando Higuera Rojas - Bogotá
axelferdinand@gmail.com

Diego Andrés Mosquera Intriago

Escuela de la dirección de impuestos y aduanas nacionales DIAN
dianmosin@gmail.com

Eduardo Augusto Duque Cuesta

Fundación Universitaria del Área Andina – Pereira

Docente Ingeniería Industrial - UTP

eduque@areandina.edu.co – eduardo.duque@gmail.com

RESUMEN

Este proyecto se basa en uno de los temas de más relevancia actual, está sustentado en los nuevos sistemas de evaluación implementados a nivel nacional para realizar las pruebas estandarizadas, que responden a las nuevas políticas de educación y clasifican a las instituciones en términos de calidad de las estrategias educativas que utilizan y los propósitos formativos con que operan, este a su vez, está inmerso en el tema de la virtualidad y el uso de las herramientas tecnológicas, por esto es claro que se refiere a las didácticas que se emplean en los procesos de evaluación del aprendizaje y que son mediados por la tecnología y en específico, aquellos que hacen alusión al empleo de los de objetos virtuales de aprendizaje (OVA).

La construcción de los objetos virtuales de aprendizaje, están enfocados a resolver algunas de las necesidades educativas de la institución IED La Estrellita, ya que permiten ampliar los horizontes del proceso académico, permitiendo actualizar y brindar espacios modernos y llamativos para que los estudiantes dispongan de las herramientas adecuadas para que desarrollen tanto aprendizaje autónomo, como las competencias requeridas desde el punto de vista de la formación integral y el desarrollo actual de las áreas del conocimiento que se evalúan en las pruebas tipo SABER.

El proceso investigativo del proyecto es principalmente cuantitativo, con un enfoque experimental y una población de 76 niños, de los cuales, la mitad hizo parte del grupo experimental y la otra mitad del grupo piloto. Los resultados, evidencian que el recurso educativo digital, tipo ejercitador, implementado en una plataforma LMS mejoró los resultados en las pruebas estandarizadas a los niños del grupo experimental.

Palabras Claves: Objeto Virtual de Aprendizaje, pruebas tipo SABER, competencias, pruebas estandarizadas.

ABSTRACT

This project is based on one of the most relevant current issues, it is based on the new evaluation systems implemented at the national level to carry out the standardized tests, which respond to the new education policies and classify the institutions in terms of quality of the educational strategies they use and the training purposes with which they operate, this in turn, is immersed in the theme of virtuality and the use of technological tools, which is why it is clear that it refers to the didactics used in the processes of evaluation of learning and that are mediated by technology and specifically, those that refer to the use of virtual learning objects (OVA).

The construction of virtual learning objects are focused on solving some of the educational needs of the La Estrellita IED institution, since they allow expanding the horizons of the academic process, allowing updating and providing modern and eye-catching spaces for students to have the adequate tools so that they develop both autonomous learning, as well as the competences required from the point of view of the integral formation and the current development of the knowledge areas that are evaluated in the SABER type tests.

The research process of the project is mainly quantitative, with an experimental approach and a population of 76 children, of which half were part of the experimental group and the other half of the pilot group. The results show that the digital educational resource, training type, implemented in an LMS platform improved the results in standardized tests for children in the experimental group.

Keywords: Virtual Learning Object, SABER-type tests, competences, Standardized tests.

INTRODUCCIÓN

Las Pruebas Integrales (P.I) son test estandarizados que se aplican al concluir cada periodo académico bimensual, con el objeto de preparar a los estudiantes en torno a las pruebas tipo SABER. Las pruebas integrales (P.I.) están basadas en los mismos desempeños y competencias establecidas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), presentando diferentes tipos de preguntas de análisis de situaciones puntuales, en donde se evalúa en el estudiante, más que sus conocimientos estructurados sobre un tema específico, su capacidad de aplicarlos a una situación real, puesto que es muy importante para el desarrollo social actual, que los jóvenes sepan, no sólo teorizar frente a un fenómeno, sino aplicar los conocimientos adquiridos en su cotidianidad dándole sentido al saber que poseen.

Partiendo de los bajos resultados obtenidos por los estudiantes de la IED La Estrellita pertenecientes al ciclo 3 (grado quinto específicamente) en las pruebas Integrales (tipo SABER) durante los últimos años, se observó que la principal causa de esos puntajes, es el manejo particionado de las temáticas, y que al momento de responder preguntas contextualizadas o de análisis situacional, los estudiantes carecen de capacidades de lectura y análisis que les permitan hilar contenidos y abstraer conceptos para usarlos en otros escenarios diferentes a las áreas específicas.

Esta situación, preocupa a los directivos y docentes y de estas discusiones se proponen estrategias que permitan mejorar los resultados de los estudiantes, tanto en las pruebas Integrales (tipo SABER), como en las pruebas SABER propiamente dichas, también hay consciencia que si los estudiantes mejoran y aprenden la dinámica de las pruebas Integrales, también habrá una mejoría en las pruebas posteriores, que son las de noveno grado, onceavo grado y SABER PRO; Sin embargo, más que los resultados en las mismas pruebas, que puede considerarse un efecto secundario de un excelente proceso educativo a lo largo de la vida, es investigación tipo experimento, se plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo Implementar un Recurso Educativo Digital tipo

OVA que mejore los resultados de las pruebas Integrales de grado 5 en la I.E.D. La Estrellita año 2018.?

Para dar respuesta a esta pregunta, el equipo se trazó una ruta, basada en: Implementar un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) para mejorar los resultados de las pruebas Integrales para grado 5° en la I.E.D. La Estrellita año 2018. Los objetivos específicos, tienen que ver con su diseño, desarrollo, prueba piloto y evaluación de la mejora, para ello, se definen tres objetivos específicos; 1. Diseñar un Objeto Virtual de Aprendizaje OVA para mejorar los resultados de las pruebas Integrales de grado 5 en la I.E.D. La Estrellita. 2. Desarrollar un Objeto Virtual de Aprendizaje OVA para mejorar los resultados de las pruebas Integrales de grado 5 en la I.E.D. La Estrellita. Y 3. Evaluar la influencia del Objeto Virtual de Aprendizaje OVA en los resultados de las pruebas Integrales de grado 5 en la I.E.D. La Estrellita.

La problemática planteada en esta investigación y su metodología, son soportadas en los postulados expuestos por (Hernández Sampieri, 2014), ya que parte de las observaciones y sistematización al desempeño de los estudiantes de grado 5° en las pruebas Integrales desarrolladas para el ciclo 3, en la IED La Estrellita, quienes han venido presentando históricamente un nivel inferior al esperado. Por tal motivo, luego de analizar los elementos de las pruebas, las reuniones con docentes y directivas escolares se identifica que, los bajos resultados obtenidos, no obedecen a vacíos conceptuales, sino a una debilidad en las habilidades de abstracción de conceptos y solución de preguntas en los estudiantes. Puesto que, durante las pruebas desarrolladas en las asignaturas, no presentan los mismos niveles y logran responder preguntas directas referentes a las temáticas de cada asignatura en específico, presentando buen manejo, por ejemplo, de las operaciones aritméticas básicas, pero presentando una marcada dificultad con la interpretación de los enunciados de las preguntas planteadas en las pruebas tipo SABER, manifestando desconcierto frente a las preguntas o las opciones de respuesta, que de acuerdo con el nivel de complejidad de las mismas, generan confusión y no

presentan mayor relación con los conceptos que los jóvenes han venido trabajando al interior de las clases.

Es así que, desde el uso de la tecnología, los procesos de lectura, abstracción de conceptos y resolución de preguntas se vean enriquecidos en los estudiantes, además de formularles algunas estrategias útiles al momento de enfrentarse a una pregunta contextualizada y con una intencionalidad previamente definida, para ubicar a los estudiantes en el contexto de pruebas estandarizadas. Una vez implementada la estrategia metodológica, mediada por un objeto virtual de aprendizaje (OVA), se busca generar en los estudiantes del grado quinto, la capacidad de abordar preguntas de análisis situacional, que exigen la aplicación de sus conocimientos en contextos diversos. Esto beneficiará no solo sus resultados inmediatos en las pruebas, se espera elevar el nivel institucional con respecto a los resultados que se obtengan en las pruebas SABER 9° y SABER 11° (ICFES, 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

Antecedentes y referentes teóricos

Los antecedentes que se plantean al presente trabajo, tienen que ver, de manera especial, como las TIC pueden ayudar e influenciar en los procesos de aprendizaje, en este caso, en el aprendizaje de las dinámicas de las pruebas tipo SABER del ICFES, para mejorar los resultados de los escolares al realizar pruebas basadas en este esquema (las pruebas Integrales en este caso), el contexto en el cual se realiza este experimento es en el grado quinto.

La tesis doctoral ‘La mediación de las TIC en la creación de ambientes de aprendizaje y el logro de competencias digitales’, es un trabajo realizado sobre dos grandes retos, uno de ellos, busca determinar los efectos educativos de las TIC en el plazo inmediato, tanto en docentes como en estudiantes, el otro, los efectos posteriores, es decir, en los procesos de adquisición de aprendizaje significativo por parte de los estudiantes. Por un lado, la creación de ambientes de aprendizaje nutridos derivados de

la presencia de las TIC en las aulas con docentes debidamente formados generando innovación educativa y ambientes de aprendizaje atractivos para los estudiantes en el primer reto; y que los estudiantes logren el desarrollo de competencias digitales y las competencias académicas en sus asignaturas para el segundo reto. (Conde, 2017).

Otro antecedente es el trabajo de Boluda (2011), sobre ‘Creación de conocimiento en el aula mediante el uso de las TIC. Un estudio de caso sobre el proceso de aprendizaje’. Tesis doctoral que se inicia por varios motivos; el primero de ellos es conocer la verdadera eficacia que las TIC tienen en el proceso de aprendizaje, lo cual no es algo establecido y su estudio debe acercarse a los docentes a mejores sus estrategias para lograrlo, entre estas, el proyecto plantea estrategias para cambiar el aprendizaje memorístico y concentrar el uso de las TIC en el logro de aprendizajes significativo y lograr un verdadero trabajo colaborativo entre los estudiantes para la adquisición de competencias. Es un trabajo, basado en la teoría pedagógica constructivista y que se apoya en el aprendizaje basado en problemas, está enfocado en desarrollar habilidades mentales de orden superior. (Boluda, 2011).

Otro de los antecedentes es ‘Las Ayudas Hipermediales Dinámicas (AHD) en los Proyectos de Aula con TIC’. Es un trabajo de investigación, realizado para CPE en el marco del proceso de formación docentes a nivel nacional, este trabajo se realizó en instituciones educativas de cuatro departamentos; Caldas, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca. Proyecto financiado por el Ministerio de las TIC y la Universidad Tecnológica de Pereira. Es una investigación cualitativa donde se trabaja un paradigma interpretativo, con diseño de estudio de caso múltiple, se estudiaron varios proyectos realizados y la población corresponde a los grupos docentes de los 4 casos estudiados. (Sánchez, Rojas, Amador y Duque, 2015).

La investigación concluye que los elementos del triángulo didáctico: Maestro, estudiantes y conocimiento, se ven favorecidos por el

uso pedagógico de las AHD, las cuales posibilitan mecanismos de interactividad educativa, delegación de responsabilidad y control de aprendizaje, ayuda en la construcción de aprendizajes significativos. El uso pedagógico de las AHD reconfigura el papel del docente en el aula, también dinamiza el rol del estudiante, quien desarrolla competencias de autoaprendizaje desde el andamiaje dispuesto en la AHD. (Sánchez, Rojas, Amador y Duque, 2015).

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), son elementos que, debido al auge tecnológico y la era digital que se vive en la actualidad, la cuarta revolución industrial, han adquirido una enorme importancia en todos los contextos humanos, especialmente en lo que tiene que ver con su desarrollo y evolución social, entre ellos la educación. La incorporación de las TIC a la educación, está produciendo una serie de cambios y transformaciones en las formas en que la escuela representa y lleva a cabo los procesos de enseñanza - aprendizaje (E-A). Estos cambios pueden observarse en los entornos tradicionales de educación formal, pero también en la aparición de nuevos entornos educativos basados total o parcialmente en las TIC. (Bustos y Coll, 2010)

En la última década se han realizado innumerables estudios, no solo del impacto que los nuevos medios han tenido sobre la mayoría de las dinámicas y comportamientos sociales, sino también en las infinitas posibilidades y oportunidades que brindan para ser incluidas en los ámbitos educativos. De acuerdo con lo dispuesto por (Espinal, 2018) algunas características que hacen de las TIC un elemento importante en términos de sus posibilidades de aplicación en entornos educativos son su inmaterialidad, instantaneidad, interactividad e incluso su diversidad de medios para presentar la misma información, a fin de llegar de forma efectiva a individuos con ritmos y esquemas de aprendizajes muy diversos.

Su inclusión en las aulas ha sido foco de una transformación total en la visión de la educación, redefiniendo los medios, los

recursos, las prácticas, las estrategias metodológicas, los modelos de enseñanza-aprendizaje y los objetivos de la educación misma (Espinal, 2018). Complementando estos postulados, Bustos y Coll (2010), plantean que existen “... múltiples propuestas de usos de las TIC tanto para repensar y transformar los contextos educativos ya conocidos (educación presencial, educación a distancia, educación abierta), como para crear nuevos entornos de E-A” (p. 56).

Es importante tener en cuenta que toda inclusión de las TIC como herramienta pedagógica, tiene sus pros y contras, según Grisly (2008), quien enumera una serie de factores a favor y en contra que se aprecian en el siguiente gráfico.

Gráfico 1 – ventajas y desventajas de las TIC en la educación
Fuente: Propia

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Interacción sin barreras geográficas • Diversidad de información • Aprendizaje a ritmo propio • Desarrollo de habilidades cognitivas • Fortalecimiento de la iniciativa • Corrección inmediata • Comunicación y colaboración 	<ul style="list-style-type: none"> • Distracciones • Aprendizaje superficial • Proceso educativo con poca interacción humana • El acceso no es completamente inclusivo • Disminuye la capacidad crítica • Mecanización del aprendizaje • Autorregulación frente a su uso y apropiación

Las ventajas propuestas tienen que ver directamente con la capacidad de conectividad y de apropiación de los medios tecnológicos dentro de las dinámicas escolares, lo cual requiere no solo de recursos físicos e infraestructuras adecuadas, sino también una transformación del proceso de aprendizaje, que refuerce la autonomía, la iniciativa y el trabajo colaborativo a través de redes.

Con este tipo de pruebas, se busca que el estudiante sea competente, que tenga interacciones con diferentes conocimientos, habilidades y destrezas que puede desarrollar una persona mediante un proceso formativo sistematizado y luego aplicarlas efectivamente

en el ámbito personal, social y laboral (Tobón, 2010). El mismo autor, define a la competencia como: “las actuaciones que tienen las personas para resolver problemas integrales del contexto, con ética, idoneidad, apropiación del conocimiento y puesta en acción de las habilidades necesarias”. (Tobón, 2010, p. 21). Denotando que cuando un individuo se hace competente para algo, en realidad hace referencia a que puede aplicar lo que ha aprendido de forma crítica, es decir, bajo criterio propio, autónomamente, de acuerdo con las necesidades que el entorno real le presente.

Así mismo, (Bogoya, 2000) define la competencia como la forma idónea en el actuar de una persona en una tarea concreta en un contexto con sentido, “... Se trata de un concepto asimilado con propiedad y el cual actúa para ser aplicado en una situación determinada, de manera suficientemente flexible como para proporcionar soluciones variadas y pertinentes.” (p.36). Es decir, una persona competente es alguien que posee un conocimiento en constante adaptación, que identifica y caracteriza las diferentes situaciones, y tiene la capacidad, de valerse de su propio saber, para encontrar soluciones que respondan a su contexto y sus necesidades particulares.

Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA)

Un objeto de aprendizaje se entiende como una entidad digital, auto contenible y reutilizable, con un claro propósito educativo, constituido por al menos tres componentes internos editables: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. (Chiappe, 2007). Esta definición general que sigue en la web de Colombia aprende, sigue siendo vigente, el mismo desarrollo de la tecnología ha permitido enriquecerla, en este caso, con el concepto de AHD (Ayuda Hipermedial Dinámica), dándole mayores posibilidades de usos educativos sin tener los límites que en ocasiones se traslapan con los EVA y loa AVA.

METODOLOGÍA

El estudio realizado es tipo cuantitativo, “...El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar o eludir” pasos, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase” (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p.21). Este tipo de investigación se basa en análisis de datos de manera estadística, con diseño experimental, se trabajó un grupo control y otro piloto entre la población seleccionada, ambos grupos fueron sometidos a las mismas pruebas diagnósticas, pero sólo el grupo control fue sometido al proceso de formación, el diseño estableció las diferencias entre los grupos del estudio, “... así, hablamos de “experimentar” cuando mezclamos sustancias químicas y vemos la reacción provocada, o cuando nos cambiamos de peinado y observamos el efecto que suscita en nuestras amistades dicha transformación” (Hernández et. al., 2014, p.121).

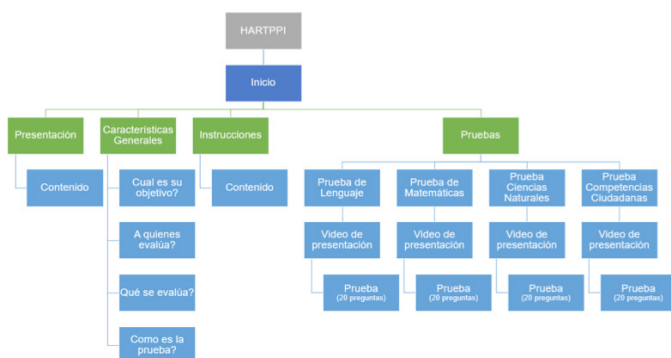
Experimentar requiere en esencia la manipulación intencional de una acción para ver qué resultados provoca, en este caso, el uso de la tecnología educativa como incidió en los resultados de conocimiento de los estudiantes en las pruebas SABER de quinto grado. (Hernández et. al, 2014). La población seleccionada para el estudio son los 72 estudiantes de grado quinto, divididos en dos grupos de 36 cada uno, uno de ellos el control y el otro el piloto. Los instrumentos utilizados, encuesta tipo cuestionario de 40 preguntas con opción múltiple tipo prueba saber, tomadas de los repositorios del ICFES y cuyos valores posibles son 1= correcto, 0=incorrecto, esta información se procesó en IBM SPSS V25.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el diseño del OVA, el equipo de trabajo se basó en las AHD, se construyó usando la metodología ADDIE para el diseño instruccional y luego se creó un mapa de navegación, el cual sirvió de guía en el desarrollo del OVA (Ver mapa de navegación).

Según Andrius John (2003), el diseño instruccional es el proceso sistemático de traducir los principios generales del aprendizaje y las instrucciones en los planes de los materiales de instrucción y aprendizaje. Aguilar (2004) define el diseño instruccional como “un proceso que apoya un enfoque sistemático organiza de forma sistemática un conjunto de componentes de naturaleza instruccional, que permite satisfacer necesidades y metas instruccionales”. (p.2).

Gráfico 2- Mapa de Navegación del OVA HARPPPI



Fuente: Propia

Para el desarrollo, se utilizaron aplicaciones Web 2.0 y otras de escritorio, las cuales permiten ser llevadas como actividades de aprendizajes a escenarios virtuales como los LMS, entre estas aplicaciones usadas en el desarrollo están; Articulate Storyline 2, permite realizar cursos en línea, a través de Slides, con una interfaz intuitiva y fácil de usar que permiten ser exportados en formato HTML5 o SCORM para sistemas de gestión de aprendizaje LMS. creando compatibilidad con cualquier tipo de plataforma. (www.articulate.es). Powtoon es otra herramienta utilizada, permite realizar presentaciones on line con una interfaz de usuario intuitiva, gráfica y divertida, que resulta muy útil para crear motivadores y atractivos contenidos y expresarse dando rienda suelta a su imaginación. Tiene la ventaja de permitir hacer presentaciones en formatos de animación, con efectos de sonidos y

dibujos animados. (Benavidez, 2016). También y como escenario integrador, se usó la plataforma LMS Moodle, que es sistema de gestión de aprendizaje (LMS, siglas en inglés de Learning Management System), está diseñada para apoyar la formación virtual, blended learning, Mobile learning y puede usarse para Geme Learning, funciona bien para clase invertida y diversos proyectos de e-learning en escuelas, universidades, oficinas y otros sectores. (Rojo, 2000).

Gráfico 3- pantallas de Inicio y Menú del OVA



Fuente: propia, creado con ARTICULATE STORY LINE2

La prueba piloto y evaluación del OVA, se realizó aplicando pruebas al grupo control y al piloto, los resultados encontrados en esta validación de la implementación fueron procesados con IBM SPSS V25, quien generó tablas y gráficos, a continuación, los resultados por área del conocimiento:

En el área de matemáticas, el grupo control obtuvo una calificación promedio de 5,37 sobre 10, mientras el grupo piloto en la misma prueba, luego de usar el OVA, su promedio fue de 6,08, con un incremento con respecto al grupo control de 13,22%.

Área de español, el grupo control con calificación promedio de 3,94 sobre 10, así mismo, los resultados del grupo piloto en la misma prueba, luego de usar el OVA, su promedio fue de 6,22, con un incremento con respecto al grupo control de 57%.

Área de ciencias naturales obtuvo una calificación promedio, en el grupo control, de 5,14 sobre 10, mientras, que el grupo piloto, luego de usar el OVA, su promedio fue de 5,28, con un incremento con respecto al grupo control de aproximadamente 3%. Lo cual no es muy significativo.

Área de ciencias sociales el grupo control, de 4,08 sobre 10, Mientras el grupo piloto en la misma prueba, luego de usar el OVA, su promedio fue de 5,97, con un incremento con respecto al grupo control de aproximadamente 46%.

En términos generales, al promediar todas las áreas, el resultado mejoró en un 27%, algunas áreas más, otras menos, Rojas y otros (2013) consideran que un buen diseño e implementación de una AHD puede mejorar los procesos de aprendizaje y por ende el resultado escolar, dado el caso de las pruebas integrales de quinto grado.

Así mismo, Tobón y otros (2010), considera que “Hay que buscar una coherencia entre los recursos, las actividades de aprendizaje y los procesos de evaluación, considerando la competencia o competencias que se pretende contribuir a formar en la secuencia didáctica” (p. 82). Dado el diseño del OVA y la mejora en los resultados, evidencian una contribución de este a los resultados de los estudiantes, en unos casos con un margen muy pequeño, pero en otros casos superior al 50%.

Los resultados obtenidos en el grupo experimental, deben mejorar, dado que como institución educativa y como docentes, todos en la comunidad esperan unos resultados mucho mejores, ojalá cercanos al 90 o 100%, pero el hecho de mejorar un poco más del 27% permite argumentar sobre la contribución del OVA y la tecnología en los procesos de aprendizaje y mejora de los estudiantes, las dinámicas que pueden lograrse al interactuar con

un dispositivo de computo no sólo pueden mejorar los resultados en pruebas estandarizadas, también mejoran el rendimiento escolar y la permanencia. (Duque, 2016).

Coll (2008), habla del triángulo interactivo entre el estudiante, el docente y el conocimiento, en este caso, el OVA se convierte en el centro de esta interacción, donde el docente, desde sus conocimientos y experiencia, realiza un recurso educativo, el cual está soportado en conceptos, información y estrategias de interacción con el estudiante, con un único objetivo, mejorar su proceso educativo, en este caso, en las pruebas integrales de quinto grado, esto se evidencia al contrastar los resultados del grupo experimental contra el grupo control, donde se evidencia una mejoría notoria.

Un OVA construido tiene características similares a una variedad de AHD y estas, se consideran, más que un producto multimedia, un producto hipermedia e interactivo que puede contener entre sus recursos partes de OVA o ser compuesto por varios OVA, para apoyar los procesos de aprendizaje y la labor docente mediante el modelo socio constructivista y el sistema de evaluaciones le permiten establecer cuánto avanza el estudiante, de manera independiente y autónoma y en este caso, cuanto mejora en las pruebas integrales, lo cual valida la efectividad del recurso educativo y permite implementar los ajustes necesarios para aplicar a futuro y mejorar el proceso.(Rojas et al., 2013).

Como lo expresa Conde (2017) en su tesis doctoral, los estudiantes mejoran sus procesos de aprendizaje y éxito académico con el uso adecuado de las TIC, uso evidenciado en el OVA HARTPPI, cuyo incremento promedio en todas las áreas es de 27% es un gran avance, es así mismo, en otro estudio de caso, en la tesis doctoral de Boluda (2011) este determina que con las metodologías adecuadas las TIC pueden lograr cambios significativos en los procesos de enseñanza y aprendizaje, siendo esto lo que se evidencia.

También Sánchez y otros (2015) en una investigación sobre uso educativo de las TIC, determina que el uso pedagógico de la tecnología no sólo reconfigura el papel del docente, también dinamiza el rol del estudiante, y este logra adquirir mayor responsabilidad en su propio aprendizaje. Esto hace que las TIC sean una mediación educativa importante en términos de posibilidades por características como su inmaterialidad, instantaneidad, interactividad e incluso su diversidad de medios para presentar la misma información, con el único fin de llegar de forma efectiva a los estudiantes, con ritmos y esquemas de aprendizajes muy diversos. (Espinal, 2018)

En el caso de utilizar las TIC para mejorar, en este caso, las pruebas integrales, se puede apreciar un uso poco explorado, pero efectivo de las TIC en educación, preparación para pruebas estandarizadas, acerca de esto, autores como Bustos y Coll (2010) contemplan un sin número de usos educativos para las TIC, diferentes al uso a darles en el aula para áreas específicas del saber:

“... usos de las TIC tanto para repensar y transformar los contextos educativos ya conocidos (educación presencial, educación a distancia, educación abierta), como para crear nuevos entornos de E-A (por ejemplo, los entornos de aprendizaje en línea e-learning o blended-learning)” (Bustos y Coll, 2010 p. 56). Sin embargo, no es menos cierto que aún no terminamos de vislumbrar todas las posibilidades de novedad en dichos entornos, entre otras razones porque los avances tecnológicos parecen ir siempre varios pasos por delante de su utilización educativa” (Bustos y Coll, 2010 p. 56).

CONCLUSIONES

La metodología de diseño Instruccional ADDIE, permitió realizar un diseño del OVA HARTPPI para realizar la preparación de las pruebas integrales de quinto grado, que fueron aplicadas a los estudiantes de la Institución Educativa la Estrellita.

El desarrollo e implementación del OVA HARTPPI, con el uso de plataforma LMS Moodle en línea, permitió aplicar a los estudiantes el recurso educativo, para la preparación de las pruebas, esta preparación permitió a los estudiantes mejorar la estrategia de análisis y comprensión de las pruebas tipo SABER y en consecuencia, mejorar los resultados en las pruebas integrales de los estudiantes de grado 5 en la Institución Educativa La Estrellita.

La Evaluación de la influencia del OVA HARTPPI mediante la prueba de hipótesis determinó una incidencia positiva de este en los resultados de las pruebas integrales, lo que permite concluir que el OVA mejora en términos generales los resultados de las pruebas integrales.

Las pruebas estadísticas por área de conocimiento validan la influencia en 3 de las cuatro áreas, sólo hay un área que no es validada en la prueba de hipótesis, el área de Ciencias naturales, donde la mejora sólo fue del 2,7%, mientras que, en el área de Matemáticas, la mejora en la prueba fue de 13,22%, en Español la mejoría fue de 57%, en Ciencias Sociales la mejoría fue de 46%.

BIBLIOGRAFÍA

Bogoya, D. (2000). Una prueba de evaluación de competencias académicas como proyecto. Bogotá: Unibiblos.

Boluda P. (2011). Creación de conocimiento en el aula mediante el uso de las TIC. Un estudio de caso sobre el proceso de aprendizaje (Doctoral dissertation, Universitat Rovira i Virgili).

Bustos Sánchez, A., & Coll Salvador, C. (2010). Los entornos virtuales como espacios de enseñanza y aprendizaje. Una perspectiva psicoeducativa para su caracterización y análisis. *Revista mexicana de investigación educativa*, 15(44), 163-184.

Conde J. (2017). La mediación de las TIC en la creación de ambientes de aprendizaje y el logro de competencias digitales. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.

Espinal, R. M. (2018). eumed.net. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/03/tecnologias-educacion.html>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. Sexta Edición. Editorial Mc Graw Hill. México.

ICFES (2014). ¿Cómo se elaboran las pruebas?, Bogotá, Colombia: ICFES. Recuperado de <http://www.icfes.gov.co/instituciones-educativas-y-secretarias/acerca-de-las-evaluaciones/como-se-elaboran-las-pruebas>

Sánchez, F y Otros. (2015). Percepciones acerca de la integración de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la universidad. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 46, 103-117.

Rojas, J., Sánchez, H., Amador, J. y Duque, E. (2013). Las Ayudas Hipermediales Dinámicas (AHD) en los proyectos de aula con TIC, otra forma de enseñar y aprender conjuntamente. Computadores Para Educar – Universidad Tecnológica de Pereira. Estrategia de formación y acceso para la apropiación pedagógica de las TIC 2012 – 2014. Pereira, Colombia: Publiprint S.A.

Sánchez Bedoya, H. G., Montaña, A., Francisco, J., Rojas García, J. L., & Duque Cuesta, E. A. (2015). Las Ayudas Hipermediales Dinámicas (AHD) en los Proyectos de Aula. Encuentros, 13(2), 25-38.

Tobón, P. S. (2010). Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias. Mexico: Pearson educación.

12

CAPÍTULO DOCE

Proteínas del plasma seminal de toros criollos Hartón del valle y cebú Gyr, y su relación con la calidad seminal

Seminal plasma proteins of Harton del Valle and cebu Gyr creole bulls, and its relation with the seminal quality.

Saavedra, G.*1; Cardozo, J.2

1Reproduccion Animal, Facultad de Ciencias Pecuarias, UNISARC. 2; Agrosavia Bogotá.

*Autor para la correspondencia y dirección actual: Germán Darío Saavedra Correa.
Reproducción animal. Facultad de Ciencias Pecuarias.
UNISARC. Campus Universitario el Jazmín. Santa Rosa de Cabal, Risaralda. Teléfono 09 6 3633548.E-mail:germandario.saavedra@um.es

RESUMEN

Esta investigación se inicia con el estudio de la proteómica del plasma seminal, de toros criollos Hartón del Valle y cebú Gyr. Se cuantificaron sus proteínas, para lo que se determinaron los perfiles electroforéticos 1D SDS-PAGE del PS y así establecer las correlaciones con los parámetros espermáticos. Se evaluaron cuatro toros criollos y cinco toros cebú de los cuales se hicieron tres colectas con una pauta de recogida seminal. El plasma seminal (PS) fue obtenido por centrifugación refrigerada habiendo valorado previamente los parámetros espermáticos macroscópicos y microscópicos desde volumen, color, olor, pH y motilidad masal e individual, test vital, morfoanomalías, integridad acrosomal y host test respectivamente, para confirmar la calidad de los eyaculados incluidos en el estudio. En caso que no cumplieran los parámetros mínimos estándar, eran descartados.

La concentración espermática superior que presentaron los toros criollos HV sobre los cebú Gyr ($P < 0,0001$), evidencia la posibilidad que estos posean una mayor capacidad de fecundar un mayor número de ovocitos, lo que también se refleja en mayores porcentajes de fertilidad de las razas bovinas criollas.

Respecto a la cuantificación de las proteínas, los mapas electroforéticos referenciales 1D de las proteínas del PS se encontraron 8 bandas de proteínas para los toros cebú y 9 para los toros criollos.

La banda con peso molecular (MW) de 174 kilo Dalton (kDa) y 9,13% de concentración de proteínas en PS presentó diferencia altamente significativa ($P < 0,0001$) a favor de la raza Gyr, del mismo modo para la banda de 68 kDa con 3,60% de concentración de proteínas se encontró diferencia altamente significativa ($P < 0,0001$) pero a favor de la raza criolla HV. Para la banda de proteína de 38 kDa con 4,62% de concentración también

presentó diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) siendo favorable hacia la raza criolla.

La correlación entre las proteínas del PS y las variables de calidad espermática para ambas razas, mostró que la banda con MW de 174 kDa tiene una correlación altamente significativa ($P < 0,0001$; $r = 0,407$) con el volumen y la concentración espermática ($P < 0,0001$; $r = 0,576$); para la banda de proteína con MW de 68 kDa se estableció que correlaciona significativamente ($P < 0,05$; $r = 0,315$) con la vitalidad y altamente significativa ($P < 0,0001$; $r = 0,555$) con la motilidad masal y la motilidad individual progresiva ($P < 0,0001$; $r = 0,719$).

Las diversas interacciones entre bandas de proteínas se encontraron mediante Coeficientes de correlación Pearson. Para la raza Gyr solo se encontró correlación altamente significativa entre la banda 25 kDa ($r = -0,98267$) con la banda de proteína de 15 kDa, la correlación negativa hace suponer que existe una acción regulación entre las dos proteínas. Para la raza criolla HV, igualmente solo se encontró correlación significativa entre la banda 38 kDa ($r = 0,80881$) con la banda de proteína de 13 kDa, la correlación positiva hace suponer que dichas proteínas tengan efectos coadyuvantes.

El análisis estadístico con los datos entre toros y entre razas, mostró más correlaciones entre las diferentes bandas de proteínas del PS, lo cual podría predecir una mayor viabilidad a favor de la conservación de la célula espermática de los toros Gyr cuando se le incluye al eyaculado PS de la raza HV.

Palabras clave: Electroforesis 1D, proteínas plasma seminal.

SUMMARY

This research begins with the study of the proteomics of the seminal plasma, of creoles bulls “Hartón del Valle” and Zebu Gyr. Their proteins were quantified, for which the 1D SDS-PAGE electrophoretic profiles of the SP were determined and thus to establish the correlations with the sperm parameters. Four creole bulls and five zebu bulls were evaluated, from which three collections were made with a seminal collection pattern. The seminal plasma (SP) was obtained by refrigerated centrifugation, having previously evaluated macroscopic and microscopic sperm parameters: volume, color, odor, pH, mass and individual motility, vital test, morphoanomalies, acrosomal integrity and host test respectively to confirm the quality of the ejaculates included in the study. In case they did not reach the minimum standard parameters, they were discarded.

The higher sperm concentration presented by the HV bulls in front of the Gyr zebu ($P < 0,0001$) may be the answer to largest number of oocytes fertilized, which is also reflected in higher fertility ratios of the bovine breeds creoles.

In relation with protein quantification, the 1D reference electrophoretic maps of SP proteins, 8 protein bands were found for zebu bulls and 9 for creole bulls.

The MW band of 174 kDa and 9.13% protein concentration in SP presented a highly significant difference ($P < 0,0001$) in favor of the Gyr race, similarly for the 68 kDa band with 3.60% concentration of protein was found to be highly significant difference ($P < 0,0001$) but in favor of the HV creole breed. For the 38 kDa protein band with 4.62% concentration also showed significant statistical differences ($P < 0,05$) in the creole breed.

The correlation between SP proteins and sperm quality variables for both breeds, showed that the 174 kDa MW band has a highly significant correlation ($P < 0,001$; $r = 0,407$) with volume and sperm concentration ($P < 0,0001$; $r = 0,576$); for the protein band with MW of 68 kDa was established that correlated significantly ($P < 0,05$;

$r=0,315$) with vitality and highly significant ($P<0,0001$; $r=0,555$) with mass motility and progressive individual motility ($P<0,0001$; $r=0,719$).

The various interactions between protein bands were found by Pearson correlation coefficients. For the Gyr race only a highly significant correlation was found between the 25 kDa band ($r=-0,98267$) and the 15 kDa protein band, the negative correlation suggests that there is a regulatory action between the two proteins. For the HV creole breed, only significant correlation was found between the 38 kDa band ($r=0,80881$) and the 13 kDa protein band, the positive correlation suggests that these proteins have additive effects.

Statistical analysis with the data between bulls and between races showed more correlations between the different SP protein bands, which could predict the feasibility for the conservation of the sperm cell of Gyr bulls when is included to the ejaculate SP from the HV breed.

Keywords: Electrophoresis 1D, Seminal plasma proteins.

INTRODUCCIÓN

Durante la eyaculación, los espermatozoides emergentes de la cola del epidídimo se mezclan con las secreciones de las glándulas sexuales accesorias

(próstata, vesículas seminales, ampolla y las glándulas bulbouretrales) conocidos colectivamente como plasma seminal, estas secreciones se pensó inicialmente que eran simplemente un medio de transporte para los espermatozoides, pero hoy día se reconoce una profunda influencia sobre la fisiología del esperma y otros procesos reproductivos (Maxwell, De Graaf, El-Hajj, & Evans, 2007).

A pesar de estos avances, continúa el debate sobre el papel preciso

del plasma seminal sobre la función de los espermatozoides y su efecto sobre la fertilidad del macho, a menudo han sido contradictorios y pueden variar según las especies, la temporada de la recogida y el propio individuo (Leahy & Gadella, 2011).

Investigaciones realizadas con semen ovino revelaron la composición de las bandas de proteína RSVP14 y RSVP20 del plasma seminal, propuestas en estudios anteriores como capaces de proteger y/o reparar del daño ocasionado a la membrana del espermatozoide por choque térmico por frío, evidenciando que están compuestas por puntos de proteína de bajo peso molecular y pI ácido. La banda RSVP14 está formada por seis puntos de proteína, mientras que la banda RSVP20 está constituida por dos puntos, posiblemente con diferente grado de glicosilación y/o fosforilación.

Esto permitió concluir que RSVP14 está relacionada con la familia de las proteínas mayoritarias del plasma seminal bovino (BSP), mientras que uno de los puntos que se corresponden con la RSVP20 no presenta homología con ninguna proteína recogida en las bases de datos de mamíferos, (Cardozo, 2006).

En esta investigación se resume brevemente la aplicación de los conocimientos actuales sobre la composición del PS, su función, variación y discusión de las investigaciones más recientes de la proteómica en diferentes especies de interés zootécnico y su uso para contrarrestar los efectos nocivos de procesamiento de semen durante la conservación (refrigeración y congelación). Mediante la electroforesis desnaturalizante en geles de poliacrilamida SDS-PAGE, se determinaron los perfiles electroforéticos de las proteínas del PS de toros criollos Hartón del Valle HV y cebú Gyr, al igual que se establecieron las correlaciones existentes entre las variables de calidad seminal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo este trabajo, se contó con la colaboración de los laboratorios de Microbiología Molecular del Centro de Biotecnología y Bioindustria de CORPOICA, sede Tibaitatá en Cundinamarca, a donde fueron llevadas las muestras del PS extraído previamente de los eyaculados de los toros a evaluar.

Para el experimento se empleó semen de cuatro toros criollos de la raza criolla Hartón del Valle propiedad de la Hacienda Zanjón Hondo en el municipio de Tuluá, departamento del Valle y cinco de la raza cebú Gyr propiedad de la Ganadería LOS PAISAS en la ciudad de Pereira departamento de Risaralda estando ambos departamentos situados en Colombia. Las edades de los toros comprendían entre los 3 y los 5 años. Se realizaron tres extracciones a cada toro de cada raza a un ritmo de una recogida semanal.

Las colectas se realizaron por el método de electroeyaculación (electrojac 5). Los eyaculados recogidos se mantenían en el baño María a 37°C hasta tener todas las muestras. Antes de proceder a la separación del PS, se hicieron los respectivos análisis espermáticos a tener en cuenta para el desarrollo del siguiente capítulo de esta investigación.

Colecta del semen

Antes de la utilización del electroeyaculador se procedió a la preparación del animal, lo cual incluía: recortar los pelos del orificio prepucial y limpiar suciedades, en caso de ser necesario lavar y secar cuidadosamente el área. Un ayudante procedía a limpiar el recto y a estimular mediante masaje transrectal las glándulas accesorias y, posteriormente, se introducía el electrodo adecuado.

Se recogió la fracción espermática, que es la rica en espermatozoides, y se colectó utilizando un mango adaptado a un embudo de látex conectado a su vez a un tubo graduado. Una vez obtenida la

muestra se trasladaba al baño termostático a 37 °C para proceder a su valoración en fresco, y posteriormente tras la centrifugación, necesaria para iniciar el proceso de refrigeración.

Valoración del semen

Se evaluaron los parámetros espermáticos mediante la contrastación macroscópica y microscópica. Se valoraron volumen, color, densidad, concentración, motilidad masal e individual, vitalidad, morfoanomalías, acrosomas y reacción a la prueba de endósmosis.

Obtención del plasma seminal

La separación del PS se realizó mediante centrífuga refrigerada a 4°C con una intensidad de 2500 rpm durante 7 minutos. El sobrenadante se centrifugó nuevamente en las mismas condiciones y el nuevo sobrenadante obtenido se filtró mediante una membrana Millipore 6V de 0,22 µm.

Al filtrado se le adicionó un inhibidor de proteasas PMSF (phenylmethanesulphonylfluoride), 2 µl por 1 ml de PS para impedir que las enzimas proteasas fragmenten las proteínas del plasma seminal. Posteriormente la muestra se guardó a 20°C hasta su uso.

Cuantificación de las proteínas

Se cuantificaron 8 bandas de proteínas con pesos moleculares MW de 13, 15, 25, 38, 63, 68, 72 y 174 kDa para la raza Gyr, mientras que en el caso de la raza Hartón del Valle fueron 9 bandas de proteínas con MW 13, 15, 25, 38, 68, 72, 83, 121 y 174 kDa. Para ello se utilizó el protocolo diseñado por Bradford en 1976. Se utilizó como reactivo el colorante Comassie Blue G-250, sensibilidad (1-100 µg), la reacción finaliza a los 5 minutos y la muestra es estable para su lectura durante 1 hora.

La absorbancia se leyó en un espectrofotómetro que mide la cantidad de luz absorbida por la muestra, en un rango de longitud de onda de 280 nanómetros. Se realizó una curva estándar, para ello se utilizó BSA 0,5 mg/ml junto con el reactivo e incubándose durante 5 minutos. Con la curva establecida se pudo obtener el dato de las proteínas totales presentes en el plasma seminal.

Como los datos se salían de la curva, fue necesario realizar una dilución 1:50, Sin embargo, en el caso de los toros HV la absorbancia continuaba siendo demasiado elevada (413-8) y se consideró adecuado llevar su dilución a 1:100.

Las proteínas se separaron por el procedimiento de electroforesis en una dimensión (1D) SDS-PAGE según el protocolo de Laemmli (1990).

Para efectuar el procedimiento, se realizaron geles de 7 x 8 cm, y de 1,0 mm de grosor. Cada gel se realizó en gradiente de concentración lineal de poliacrilamida (10% - 20%) Figura 5A. Las soluciones de poliacrilamida se prepararon a partir de una solución stock al 30%, en un tampón con Tris-Base 1,38 M, EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid) 0,5M y SDS (Dodecyl sulfate de sodium) 10% en agua a pH 7.0; la polimerización se realizó con 0,8µl/ml de TEMED (N,N,N',N'- Tetramethylethylenediamine) y 17 µl /ml de APS (Persulfato de amonio) al 10% Figura 5B. Para determinar el peso molecular de las bandas de proteína, se utilizó el marcador de peso molecular Precision plus protein Estándar (Bio-Rad ®), cuyo rango de peso es de 10 a 250 kDa.

La electroforesis se realizó a 180 voltios durante 65 minutos. Se usó una solución amortiguadora (solución tampón) de corrida compuesto por Tris 25 mM, Glicina 192 mM, SDS al 0,1% (pH 8,3). La tinción del gel se efectuó con azul brillante de Comassie (1%), diluido en metanol: ácido acético: agua en relación 4,5: 1: 4,5 (Flesch & Gadella, 2000). Los geles permanecieron en solución

de tinción durante 1 hora, posteriormente se retiró la solución de tinción, y el gel se cubrió con una solución decolorante a base de metanol-ácido acético hasta la visualización de las bandas de proteína.

Captura y análisis de los geles

Una vez visualizadas las bandas, se procedió a la digitalización de los geles introduciéndolos en el documentador de imágenes (Molecular Imagen Gel Doc, Bio-Rad®). Las imágenes obtenidas se analizaron con el Software Quantity One®, en el cual se determina el peso molecular cada banda y mide las densidades ópticas de sus proteínas; teniendo en cuenta esa medición, se estima una cantidad relativa de proteína para cada una de ellas.

RESULTADOS

Se tuvieron en cuenta las variables de los parámetros espermáticos en ambas razas y en segundo lugar la cuantificación de las proteínas por el método Bradford de todos los toros, los mapas electroforéticos 1D de proteínas del PS, al igual, que la correlación de las cuantificaciones de las proteínas que presenta éste entre toros criollos con toros cebú.

Evaluación espermática

El potencial reproductivo de los toros se mide mediante la contrastación seminal de tal forma que permita predecir su capacidad fecundante ya sea bajo monta natural o inseminación artificial.

Se valoraron los datos de las variables espermáticas: volumen, concentración, motilidad masal e individual y vitalidad para cada grupo racial. Los resultados de las variables sin hacer referencia al grupo racial teniendo en cuenta el promedio y la desviación estándar fueron $9,74 \pm 2,99$ (ml) para volumen, $502,89 \pm 241,51$ (Spz x 10^6 / ml) para concentración, $85,00 \pm 4,61$ (%) para

motilidad masal, $85,00 \pm 6,65$ (%) para motilidad individual progresiva y $75,11 \pm 4,18$ (%) para vivos y muertos (Tabla 1).

Los anteriores resultados para cada variable están dentro de los valores promedio de las razas cebuínas, pero con diferencias entre las razas criollas evaluadas en trabajos realizados en Corpoica por (Rueda, 2008).

También se evaluaron los parámetros de calidad espermática dentro de cada grupo racial con la prueba estadística t de Student, la Tabla 1 muestra que el semen de los toros criollos Hartón del Valle presentan valores superiores a los toros cebú Gyr para la variable concentración espermática ($P < 0,001$).

La concentración espermática superior que presentaron los toros criollos HV sobre los cebú Gyr ($P < 0,0001$), evidencia la posibilidad que estos poseen una mejor capacidad de fecundar un mayor número de ovocitos, lo que también se refleja en mayores porcentajes de fertilidad de las razas bovinas criollas. Esto se corrobora con estudios hechos por (Sánchez, 2009), en los que encuentra mayores valores de la concentración espermática en toros criollos colombianos Sanmartinero que en los cebú, atribuyéndolo a la circunferencia escrotal (35,5 cm vs. 36,5 cm) y la correlación entre el número de espermatozoides producidos por cm^2 de tejido testicular.

Tabla 1. Valores promedio y desviación estándar de los parámetros de calidad seminal de los toros de la raza cebú Gyr y criollo Hartón del Valle.

RAZA	VOLUMEN		CONCENTRACIÓN		MOTILIDAD MASAL		MOTILIDAD INDIVIDUAL		VIVOS Y MUERTOS	
	Media	D. Est.	Media	D. Est.	Media	D. Est.	Media	D. Est.	Media	D. Est.
Gyr	8,47	±3,18	357,60	±203,4	82,33	±2,58	80,00	±3,27	73,73	±3,19
Hartón del Valle	11,33	±1,83	684,50	±142,95*	88,33	±4,44	91,25	±3,77	76,83	±4,75

*P < 0,0001**

En la prueba de rango múltiple de Duncan para la variable concentración espermática, la Tabla 2, agrupa las medias, las repeticiones y el toro, los toros cebú se enumeraron de 1 a 5 y los toros criollos siguen la secuencia de 6 a 9. Dicha tabla detalla en orden secuencial el potencial de los toros, siendo más relevantes las razas criollas sobre las razas cebú.

Tabla 2. Prueba del rango múltiple de Duncan para Concentración espermática para el efecto TORO (Gyr y criollo Hartón del Valle).

Duncan Agrupamiento	Media	N	Toro
A	727.0*	3	8*
AB	707.0	3	7
AB	696.3	3	9
ABCD	607.7	3	6
ABCD	450.0	3	4
ABCD	399.7	3	2
BCD	327.7	3	5
CD	314.3	3	1
D	296.3	3	3

Según la prueba de Duncan, el toro 8 sombreado de color verde que corresponde al grupo de los toros criollos fue el mejor de los reproductores para la variable concentración espermática (A), marcado con el color azul aparece el toro 3 de la raza cebú con el valor más bajo de todos los animales evaluados (D). Con esta prueba se debe tener en cuenta que las medias con la misma letra no son significativamente diferentes. Para las demás variables no hubo diferencias estadísticas diferentes.

Para las demás variables no se encontraron diferencias significativas que merezcan incluirse en tablas y figuras.

Determinación de los mapas 1D

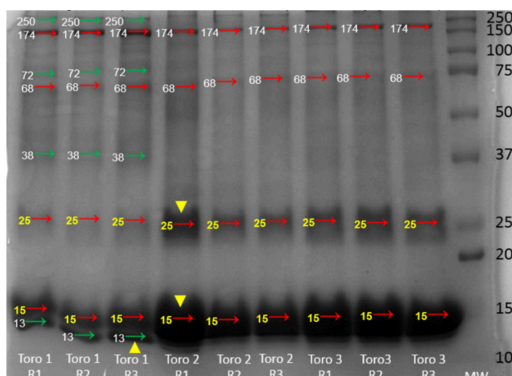
Los mapas unidimensionales de las proteínas de PS de los toros cebú Gyr y criollos HV, se obtuvieron mediante la técnica de electroforesis en geles de poliacrilamida con dodecilsulfato sódico o SDS-PAGE, en una dimensión (1D).

En las Figuras 1 y 2, se relacionan los mapas electroforéticos 1D referenciales de las proteínas del PS de los cinco toros Cebú, y en las figuras 6.3 y 6.4 de los cuatro toros criollos HV. En total se hicieron 27 mapas referenciales (tres por cada toro) para garantizar la repetitividad del ensayo. Al margen derecho de la figura, se encuentra el marcador de peso molecular (MW) expresado en kilo Dalton (kDa).

Como se observa en la Figura 1, el análisis de la imagen de los geles unidimensionales del PS de los tres primeros toros Cebú, permitió establecer que el toro 1 presenta 8 bandas y los demás toros cuatro bandas. Se encuentran 4 bandas de proteínas con pesos moleculares (MW) de 15, 25, 68 y 174 kDa presentes en los tres toros identificadas con flechas de color rojo y se les asignó como nombre el de su peso molecular aproximado. Así mismo están marcados con flecha de color verde las bandas de proteína con valores de 250, 72, 38 y 13 kDa, por estar presente en todas las muestras del toro 1.

Las bandas de 15 y 25 kDa están presentes en todos los toros (1 a 3) siendo las de mayor porcentaje de concentración en el plasma seminal y están marcadas con símbolo de color amarillo en el mapa referencial. Dichas concentraciones que se mencionan están expresadas en porcentaje, el programa de analizador de geles convierte las unidades de densidad óptica en valores porcentuales.

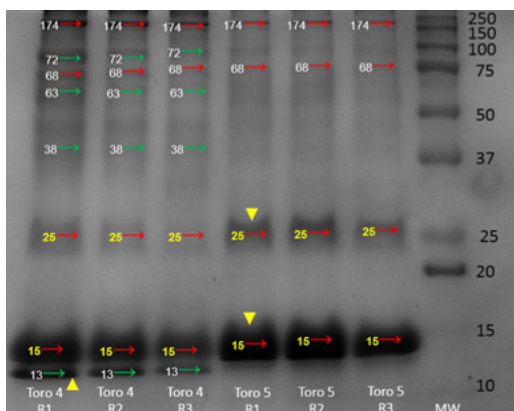
Figura 1. Mapa electroforético 1D bandas de proteínas PS Gyr (Toros 1 a 3)



En la Figura 2, igualmente para los toros 4 y 5 de la raza cebú se pueden observar 7 bandas de proteínas con MW de 72, 38 y 13 kDa para el toro 4 marcadas con flecha de color verde, el toro 5 presenta solo 4 bandas de proteínas. Las bandas con MW de 15, 25, 68 y 174 kDa están presentes en ambos toros y están marcadas con flechas de color rojo, siendo las que tienen mayor concentración las bandas de proteína de 15 y 25 kDa marcadas con símbolo amarillo.

En la Figura 3, se muestran los toros criollos 6 y 7 descritos en forma inversa, se puede observar que el toro 6 presenta 8 bandas de proteína, mientras que el toro 7 presenta 9 bandas. Las bandas de proteína con MW de 13 kDa presentes en ese toro se marcan con flecha de color verde.

Figura 2. Mapa electroforético 1D bandas de proteínas PS Gyr (Toros 4 y 5)



Las bandas con MW de 15, 25, 38, 68, 72, 83, 121 y 174 kDa están presentes en ambos toros y están marcadas con flechas de color rojo. Las bandas de proteína de 15 y 25 kDa marcadas con símbolo amarillo son las que tienen mayor concentración.

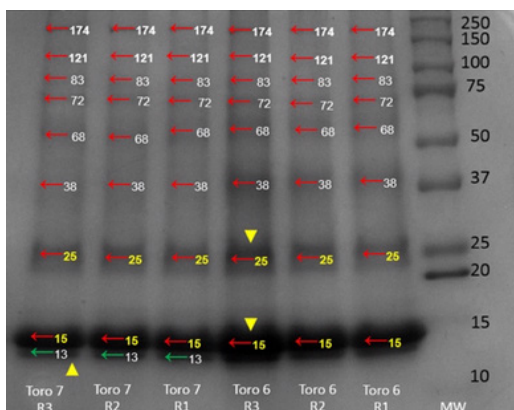
Finalmente, la Figura 4, para los toros criollos 8 y 9 el mapa electroforético referencial de las proteínas del PS, muestra 4 bandas para el toro 8 y 8 bandas para el toro 9. Se encuentran bandas de proteínas con MW de 121, 83, 72 y 38 kDa marcadas con flecha de color verde para el toro 9. Las bandas de proteínas con MW de 174, 68, 25 y 15 kDa marcadas con flecha de color rojo se encuentran en ambos toros, siendo las bandas de 25 y 15 kDa quienes presentan la mayor concentración de proteínas marcadas con símbolo amarillo.

En los mapas electroforéticos referenciales 1D de las proteínas del PS se encontraron 8 bandas de proteínas para los toros cebú y 9 para los toros criollos.

Los toros Gyr presentaron bandas con MW de 250 y 63 kDa que no están presentes en los toros HV, mientras que en el PS de los toros criollos se encuentran proteínas con MV de 121 y 83 kDa

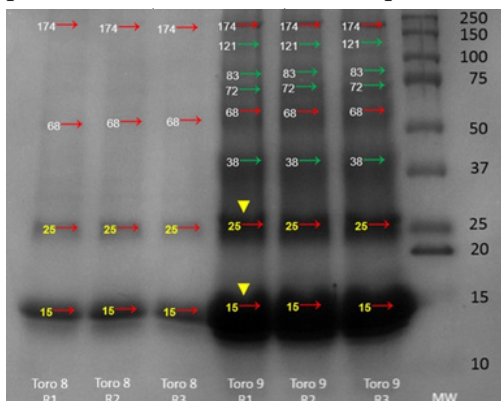
que no están presentes en los toros cebú, todos estos valores corresponden a valores de concentración de proteínas marcadas con flecha de color verde en las Figuras 1 a 4.

Figura 3. Mapa electroforético 1D bandas de proteínas PS HV (Toros 6 y 7)



El PS de los toros Gyr presentaron bandas con MW de 250 y 63 kDa que no están presentes en los toros HV, mientras que en el de los toros criollos se encuentran proteínas con MW de 121 y 83 kDa que no están presentes en los toros cebú, todos estos valores corresponden a valores de concentración de proteínas marcadas con flecha verde en las Figuras 1 a 4.

Figura 4, Mapa electroforético 1D bandas de proteínas PS HV



La presencia de bandas de proteínas con MW entre 15 y 25 kDa con mayor cuantificación en el PS para la mayoría de los toros, hace suponer que corresponden a proteínas BSP (Bovine Seminal Plasma) teniendo en cuenta trabajos de investigación realizados por Thérien y colaboradores, (1998), hacen referencia a su importancia en el proceso de congelación del semen, por la protección frente choque térmico que confieren. Hay que tener en cuenta que estas proteínas son secretadas por las vesículas seminales y se unen a la membrana espermática permitiendo el flujo continuo de colesterol y fosfolípidos, lo que a su vez después de la congelación permite la capacitación prematura de los espermatozoides. Este hecho hace que nos planteemos que si el semen no se diluye está expuesto a altas concentraciones de proteínas BSP, lo que permitiría la eliminación continua de lípidos y la menor resistencia de la célula espermática al choque frío y la congelación.

Se encontraron 7 bandas de proteínas en PS que están presentes tanto en las razas cebuínas como en las razas criollas, en su orden con un MW de 13, 15, 25, 38, 68, 72 y 174 kDa (Tabla 3).

Solo tres bandas de concentración de proteínas del PS entre razas (MW 38, 68 y 174 kDa) presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$), (Tabla 3).

La banda con MW de 174 kDa y 9,13% de concentración de proteínas en PS presentó diferencia altamente significativa ($P < 0,0001$) a favor de la raza Gyr, sin embargo, en el caso de la banda de 68 kDa con 3,60% de concentración de proteínas la diferencia altamente significativa ($P < 0,0001$) se encontró a favor de la raza criolla HV. (Tabla 3).

Por último en la Tabla 3 podemos observar que solo dos bandas de proteínas del PS cuyo MW son 83 y 121 kDa, están presentes exclusivamente en todas las muestras de tres de los cuatro toros de la raza criolla Hartón del Valle, lo que hace suponer que no

sean moléculas propias del perfil electroforético de la raza, por lo cual se recomienda hacer otras investigaciones con un número superior de animales que permitan saber si son propias de algunos individuos o corregir posibles errores que confirmen la exclusividad en el PS de los toros criollos Hartón del Valle.

Tabla 3. Valores de concentración relativa y significancia de bandas de proteínas del PS de los toros de las razas cebú Gyr y criollo Hartón del Valle.

BANDA DE PROTEÍNA (kDa)	CONCENTRACIÓN RELATIVA DE PROTEÍNAS (% mg)		
	Raza cebú Gyr	Raza criolla Hartón del Valle	Significancia Pr >
250	1,63		
174	9,13	4,46	0,0001**
121		0,56	
83		0,96	
72	1,98	2,10	
68	1,73	3,60	0,0001**
38	3,48	4,62	0,0048*
25	15,35	14,50	NS
15	62,44	67,14	NS
13	21,77	16,97	NS

P<0,05*
P < 0,0001**

En la Tabla 4, se puede ver que las proteínas del PS de MW 15, 25, 68 y 174 kDa las comparten todos los toros y todos los muestreos para ambas razas. Mientras que las bandas con MW 13, 38 y 72 kDa están presentes entre toros y entre razas, pero no con la misma frecuencia e intensidad.

Dentro del rango de proteínas del PS con MW entre 15 y 30 kDa según datos de investigaciones internacionales se pueden encontrar la familia de las BSP, monómeros de clusterina, espermadhesina Z13 para las razas cebú y criollo Sanmartinero, mientras que la proteína ácida del plasma seminal aSPF solo se detectaron en el Sanmartinero, (Rueda F. , 2011), lo que puede sugerir que también se encuentre en la raza Hartón del Valle de esta investigación.

Proteínas con MW entre 30 y 60 kDa entre las cuales se pueden

encontrar la clusterina y la osteopontina que son relevantes en la calidad espermática y la fertilidad, en este grupo de proteínas se podría ver la banda de proteína 38 kDa encontrada en las razas estudiadas (Gyr y HV) con alta significancia en esta investigación.

La proteína de 68 kDa encontrada para las dos razas con un alto nivel de significancia, está directamente asociada con toros de alta fertilidad y a efectos beneficiosos para la congelación. Podría estar relacionada con la osteopontina (Barajas, 2013).

Todas estas discusiones ponen de manifiesto que hace falta realizar más investigaciones sobre biología molecular del semen bovino con un mayor número de animales y más razas criollas que permitan fijar un estándar sobre las proporciones de intercambio de PS para mejorar los parámetros de fertilidad para semen fresco y descongelado.

Tabla 4. Relación entre bandas de proteínas del PS y su frecuencia de presentación en los toros de las razas cebú Gyr y criollo Hartón del Valle.

BANDA DE PROTEÍNA (kDa)	RAZA CEBÚ Gyr		RAZA CRIOLLA Hartón del Valle	
	n Veces que presentaron la banda	n toros que presentaron la banda	n Veces que presentaron la banda	n toros que presentaron la banda
250	3	1		
174	12	4	12	4
121			9	3
83			9	3
72	6	2	9	3
68	12	4	12	4
38	6	2	9	3
25	12	4	12	4
15	12	4	12	4
13	6	2	3	1

Correlaciones entre bandas de proteínas de PS y las variables de calidad seminal de las razas Gyr y HV.

Las diferentes variables de calidad espermática están muy relacionadas con el PS, quien interfiere con las propiedades características de la membrana celular entre las cuales se puede mencionar el flujo de colesterol y fosfolípidos, reconocimiento de la zona pelúcida por parte del ovocito o protección anticongelante, entre otras; de allí la importancia del estudio de sus proteínas mediante la biología molecular. Por ese motivo en esta primera experiencia se tuvo en cuenta por un lado los parámetros espermáticos de los eyaculados, y por otro la parte proteómica del PS.

Se analizaron las variables dependientes de la calidad espermática (volumen, concentración espermática, motilidad masal, motilidad individual progresiva, y vitalidad) al igual que la concentración de las proteínas para las bandas más significativas con MW 38, 68 y 174 kDa (Tabla 3) mediante el paquete estadístico de SAS® (versión 9.2), para correlacionar cada variable.

Correlación entre las bandas de proteínas de PS

El análisis de la concentración de proteínas del PS en sus bandas con MW 174, 68 y 38 kDa y su relación con las variables de calidad espermática entre los toros de las razas cebú y criollo, se tuvieron en cuenta por su importancia en la fisiología de la célula espermática.

Mediante el método de Coeficientes de correlación Pearson, entre bandas de proteínas del PS y las variables de calidad espermática, se pudo evidenciar que las bandas con MW 174, 68 y 38 kDa, aunque están presentes en los toros de ambas razas no tienen correlación significativa independiente (raza Gyr o raza HV), pero si presentan diferencias significativas entre razas (efecto raza Gyr vs HV). La correlación entre razas no presenta diferencias estadísticas significativas para la banda de proteína con MW 38 kDa. (Tabla 5). Lo cual permite suponer la posibilidad del intercambio de PS de la raza criolla HV para mejorar los parámetros espermáticos de Gyr.

Mediante dicho análisis para ambas razas, se encontró que la banda con MW de 174 kDa tiene una correlación altamente significativa ($P < 0,0001$; $r = 0,407$) con la variable volumen y con la variable concentración espermática ($P < 0,0001$; $r = 0,576$).

Para la banda de proteína con MW de 68 kDa se estableció que correlaciona significativamente ($P < 0,05$) con la variable viabilidad ($r = 0,315$) y altamente significativa ($P < 0,0001$; $r = 0,555$) con las variables motilidad masal y motilidad individual progresiva ($P < 0,0001$; $r = 0,719$).

Tabla 5. Correlación entre bandas de proteínas del PS y variables espermáticas entre toros de la raza Gyr y HV.

CORRELACIONES ENTRE BANDAS DE PROTEÍNAS Y VARIABLES ESPERMÁTICAS					
BANDAS DE PROTEÍNAS DE PS kDa	V	Ce	MM	MIP	Viabilidad
174	0,40731**	0,57597**	NS	NS	NS
68	NS	NS	0,55509**	0,71978**	0,31544*
38	NS	NS	NS	NS	NS

$P < 0,05^*$
 $P < 0,0001^{**}$

Correlación entre las bandas de proteínas de PS de las razas

Investigaciones realizadas sobre proteómica han permitido establecer que unas proteínas interactúan con otras formando complejos moleculares que regulan la función de otras o de ellas mismas, la extensión y naturaleza de estas interacciones son importantes para entender las vías regulatorias y metabólicas y para la caracterización funcional de muchas otras (Sánchez, 2009). El análisis de los resultados en el presente trabajo permitió detectar diversas interacciones entre bandas de proteínas en el PS de los eyaculados entre las razas cebú Gyr y criollos Hartón del Valle.

Las diversas interacciones entre bandas de proteínas se encontraron mediante Coeficientes de correlación Pearson. Para la raza Gyr solo se encontró correlación altamente significativa

entre la banda 25 kDa ($r=0,98267$) con la banda de proteína de 15 kDa, la correlación negativa hace suponer que existe una acción regulación entre las dos proteínas. (Tabla 6).

Para la raza criolla HV, igualmente solo se encontró correlación significativa entre la banda 38 kDa ($r=0,80881$) con la banda de proteína de 13 kDa, la correlación positiva hace suponer que dichas proteínas tengan efectos aditivos. (Tabla 6).

Tabla 6. Correlación entre bandas del PS de los toros de la raza Gyr y HV

BANDA DE PROTEÍNA MW(kDa)	CORRELACIONES ENTRE BANDAS DE PROTEÍNAS		
	Raza Gyr 15	Raza HV 13	Significancia Pr >
38	NS	0,80881	0,0083*
25	-0,98267	NS	0,0004**

$P < 0,05^*$
 $P < 0,0001^{**}$

Haciendo el análisis estadístico con los datos entre toros y entre razas, se pudieron detectar más correlaciones entre las diferentes bandas de proteínas del PS, lo cual podría predecir la factibilidad en beneficio de la conservación de la célula espermática de los toros Gyr cuando se le incluye al eyaculado PS de la raza HV.

En la Tabla 7, se observan cuatro correlaciones entre bandas de proteínas del PS para ambas razas (cebú Gyr y criollo HV). Existe una correlación negativa de la banda de proteína con MW 174 kDa con otras dos proteínas, las bandas de 38 kDa ($r=-0,66281$) y las bandas de proteínas de 15 kDa ($r=-0,60469$) siendo significativa para la primera y altamente significativa para la segunda. El tipo de correlación indica que existe una acción de regulación entre las proteínas implicadas.

La tercera correlación se establece entre la banda con MW 68 kDa ($r=0,80881$) y la banda de 121 kDa. Por último, podemos observar una cuarta correlación entre la banda con MW 25 kDa ($r=0,82778$) y la banda de 83 kDa. Ambas son significativamente positivas, lo que igualmente hace suponer la acción aditiva de estas proteínas.

Se puede afirmar con estos resultados estadísticos, que existe una alta correlación entre las bandas de proteínas 174 kDa con las variables espermáticas volumen y concentración, mientras que estas variables correlacionan negativamente con las bandas 38 y 15 kDa.

Tabla 7. Correlación entre bandas del PS entre toros de la raza Gyr y HV

BANDA DE PROTEÍNA MW(kDa)	CORRELACIONES ENTRE BANDAS DE PROTEÍNAS		
	Raza Gyr 15	Raza HV 13	Significancia Pr >
38	NS	0,80881	0,0083*
25	-0,98267	NS	0,0004**

$P < 0,05^*$
 $P < 0,0001^{**}$

Por la otra parte la banda de proteína con MW 68 kDa presenta una alta correlación con las variables espermáticas motilidad masal, motilidad individual progresiva y vivos y muertos, lo que sugiere una correlación positiva con la banda de proteína de 121 kDa y el incremento en su concentración puede ocasionar un efecto benéfico sobre la motilidad y viabilidad de las células espermáticas.

CONCLUSIONES

Únicamente hubo diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) para la variable concentración espermática de los toros criollos HV sobre los toros cebú Gyr.

La determinación de los perfiles electroforéticos 1D en el PS de los toros cebú Gyr y criollo HV, permitió generar los mapas con bandas de proteínas con su concentración y MW. Los toros Gyr presentaron 8 bandas y los HV 9 bandas.

Se encontraron correlaciones positivas significativas entre las bandas de proteínas con MW 174, 68 kDa para las variables espermáticas volumen y concentración espermática para la primera banda, mientras que vitalidad y motilidad para la segunda.

Las bandas de proteínas encontradas tanto para la raza cebú Gyr como para la raza criolla HV, se correlacionaron de forma independiente, siendo para la raza Gyr entre la banda 25 con la banda de proteína de 15 kDa y para la raza criolla HV entre la banda 38 con la banda de proteína de 13 kDa.

La correlación de las proteínas del PS entre razas, arrojó que la banda de 174 kDa tiene una correlación negativa con la banda 15 y con la banda 38 kDa; se presentó correlación positiva entre la banda 38 con la banda 121 kDa y la banda 25 con la banda de proteína de 83 kDa.

REFERENCIAS

Barajas, D., 2013. Expresión proteómica del Plasma Seminal del Toro Criollo Sanmartinero y su relación con la Fertilidad y Desarrollo Embrionario in Vitro en Condiciones del Tropicó Bajo Colombiano. Murcia: Universidad de Murcia.

Bergeron, A. & Manjunath, P., 2006. New insights towards understanding the mechanisms of sperm protection by egg yolk and milk.. *Mol Reprod Develop* 73 , p. 1338–1344.

Cardozo, J., 2006. Identificación mediante electroforesis bidimensional de proteínas del plasma seminal ovino capaces de proteger de los daños del frío. Universidad de Zaragoza, facultad de Veterinaria.

Einspanier, R. y otros, 1994. Bovine seminal plasma aSFP: localization of disulfide bridges and detection of three different isoelectric. *FEBS Lett*, 344, pp. 61-64.

Flesch, F. & Gadella, B., 2000. Dynamics of the mammalian sperm plasma membrane in the process of fertilization. *Bioch Biophys, Acta* 1469, pp. 197-235.

Killian, J. & Chapman, A. R. A., 1993. Fertility-associated proteins in Holstein bull seminal plasma. *Biol Reprod* 49, pp. 1202-1207.

Leahy, T. & Gadella, B., 2011. Sperm surface changes and physiological consequences induced by sperm handling and storage. *Reproduction*, 142, pp. 759-778.

Maxwell, W., De Graaf, S., El-Hajj, R. & Evans, G., 2007. Seminal plasma effects on sperm handling and female fertility. *Soc Reprod Fertil (Suppl 64)*, pp. 13-38.

Rueda, F., 2008. Componentes bioquímicos del semen de toros de razas criollas en el trópico Colombiano. Bogotá, Universidad Nacional.

Rueda, F., 2011. Proteínas del plasma seminal de toros sanmartinero y cebú y su relación con la integridad de la membrana del espermatozoide sometido a procesos de criopreservación. Bogotá, Universidad Nacional.

Sánchez, N., 2009. Determinación de perfiles electroforéticos de proteínas del plasma seminal de toros cebú Brahman y Sanmartinero, y su correlación con las variables de calidad seminal. Universidad Incca de Colombia.

Thérien, I., Soubeyrand, S. & Manjunath, P., 1998. Major proteins of bovine seminal plasma and high-density lipoprotein induce cholesterol efflux from epididymal sperm. *Biol Reprod*, v.57, pp. 1080-1088.

13

CAPÍTULO TRECE

Valoración del consumo máximo de oxígeno (VO₂ Máx.) aplicando el test de Course Navette a los jugadores del equipo profesional de Fútbol de salón

Assessment of the maximum oxygen consumption (VO₂ Max) applying the Course Navette test to the professional indoor football team players

Ángela Liceth Pérez
Andrés Arismendi
Roy Santiago Jiménez
José Gerardo Cardona.

Fundación Universitaria del Área Andina
aperez56@areandina.edu.co

RESUMEN

Este artículo es el producto de una investigación desarrollada a los jugadores del equipo profesional de fútbol de salón Pereira F.S. club Deportivo Prodesa, donde se buscó determinar el consumo máximo de oxígeno a partir del test Course navatte, a 41 deportistas que hicieron parte del proceso de preselección de género masculino entre los 17 a 29 con una edad promedio de $22,24 \pm 3,34$ años, un peso de $69,15 \pm 8,83$ kg y un IMC $24,01 \pm 2,93$. La prueba se realizó en las instalaciones del coliseo Rafael cuartas Gaviria de la ciudad de Pereira. Se logró establecer un consumo máximo de oxígeno VO_{2max} en jugadores menores de 22 años de $56,34 \pm 6,48$ ml/kg/min y mayores de 22 años de $50,40 \pm 6,05$ ml/kg/min, comparando estos resultados con los de otros estudios se observa que el VO_{2max} de los jugadores menores de 22 años se encuentran dentro del rango normal de un jugador de fútbol de salón que ronda en $54,70 \pm 3,16$ ml/kg/min. Finalmente se encontraron diferencias significativas con respecto a la edad y al IMC. Se observa una correlación positiva fuerte entre el VO_{2max} y el tiempo de finalización de la prueba de los jugadores de fútbol de salón ($r=0,875$; $p<0,001$). De igual forma existe una correlación inversamente proporcional con respecto al VO_{2max} y dos variables de estudio IMC ($r=-0,337$; $p=0,034$) y la edad ($r=-0,494$; $p=0,001$).

Palabras Claves: Consumo de Oxígeno (VO_{2max}), Fútbol de Salón, Rendimiento Deportivo.

ABSTRACT

This article is the product of an investigation developed to the Pereira's professional indoor soccer team players Prodesa Sports club, where it was sought to determine the maximum oxygen consumption from the Course navatte test, to 41 athletes who were part of the male preselection process between 17 and 29 with an

average age of 22.24 ± 3.34 years, a weight of 69.15 ± 8.83 kg and a BMI 24.01 ± 2.93 . The test was conducted at Rafael Cuartas Gaviria Coliseum in Pereira city. It was possible to establish a maximum oxygen consumption VO_{2max} in players under 22 years of 56.34 ± 6.48 ml / kg / min and over 22 years of 50.40 ± 6.05 ml / kg / min, comparing these results with other studies it is observed that the VO_{2max} of the players under 22 years of age are within the normal range of a indoor soccer player that is around 54.70 ± 3.16 ml / kg / min. Finally, significant differences were found regarding age and BMI. A strong positive correlation is observed between VO_{2max} and the end time of the test of the indoor soccer players ($r = 0.875$; $p < 0.001$). Similarly, there is an inversely proportional correlation with respect to VO_{2max} and two BMI study variables ($r = -0.337$; $p = 0.034$) and age ($r = -0.494$; $p = 0.001$).

Keywords: Oxygen Consumption (VO_{2max}), Indoor Soccer, Sports Performance.

INTRODUCCIÓN

El fútbol de salón se introdujo en 1930 y es sancionada por la Federación Internacional de Asociación de Fútbol (FIFA). Es un juego de dos equipos, quienes se enfrentan en dos tiempos de 20 minutos cada uno, con acciones intermitentes y de alta intensidad que requieren un alto nivel físico, esfuerzos tácticos y técnicos de los jugadores. Durante las competiciones organizadas por la FIFA, los equipos están formados por un equipo de 10 jugadores (2 porteros y 8 jugadores de campo) y se permiten sustituciones ilimitadas con el objetivo de mantener el ritmo y la intensidad del juego durante todo el partido, y esto se logró a través de sustituciones “rodantes” (1). El tiempo se detiene cuando la pelota está fuera de juego y para cualquier evento donde se pueda perder tiempo, lo que significa que el juego generalmente dura 70-85%

más que el total programado de 40 minutos (2).

Se afirma que el fútbol de salón, es un deporte de equipo con un alto nivel de exigencia física, técnica y táctica. El rendimiento no sólo va a depender de las cualidades individuales de cada jugador, sino que también va a estar condicionado por su integración e interacción con el resto de compañeros del equipo. Además, se señala que las sumas ponderadas de las diferentes cualidades físicas importantes para el rendimiento de este deporte son: resistencia (40%) velocidad (25 %), flexibilidad (20%) y fuerza (15%); con sus respectivas cualidades derivadas y complementarias (3).

Desde el punto de vista de las ciencias del deporte se afirma que el fútbol de salón corresponden a modalidades intermitentes de prestación mixta que utiliza las diferentes vías de obtención de energía, y en las cuales se identifica con un tipo de esfuerzo fraccionado con pausas de recuperaciones incompletas, activas y pasivas, de duración variable, por ello la estimación del consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.), es ser una buena referencia para determinar la capacidad que tiene un deportista para la resíntesis aeróbica de trifosfato de adenosina (ATP) (4).

El VO_2 máx se define como la máxima cantidad de oxígeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo (5), siendo la manera más eficaz de medir la capacidad aeróbica de un individuo o deportista, y cuanto mayor sea el VO_2 Max., (como es el caso de un deportista que debe alcanzar un consumo máximo de oxígeno superior a 60 ml/kg/min., (4) mayor será la capacidad cardiovascular de éste, (6) por ello El VO_2 máx alcanzado en un test progresivo y máximo es considerado la «herramienta de oro» (gold method) para evaluar el sistema cardiorrespiratorio (6)(7). Hoy en día el VO_2 máx puede ser medido tanto en el laboratorio como en campo. Hay estudios que indican que los valores de VO_2 máx medidos de forma indirecta no varían significativamente en relación con los obtenidos de forma directa en el campo (8). De todos modos, no

todos los clubes o centros deportivos disponen de esta tecnología, que resulta costosa en equipamiento, requiere personal capacitado y consume mucho tiempo (9). Los profesionales relacionados con las ciencias del ejercicio, profesores de educación física y entrenadores deportivos, entre otros, optan por utilizar un test de campo predictivo del VO₂máx debido a su fácil aplicación, bajo costo y que permite medir varios sujetos al mismo tiempo (10). Entre los test de campo predictivo, el más utilizado mundialmente y que utilizaremos en la investigación es el course navette de 20 metros (20m-SRT) (11). También conocido como 20 m shuttle run test o test de ida y vuelta en 20 m (12).

El test Course Navette es un método económico e imprescindible para evaluar el VO₂ Max, el talento y la selección de jugadores, que conlleva también a el diseño de programas de acondicionamiento físico, en la predicción y monitoreo del desempeño físico en un partido(3,9) sobre todo ayudando al cuerpo técnico a optimizar los regímenes de entrenamiento y busque mejorar y/o mantener el estado físico de los jugadores (3).

Los cambios actuales en el entrenamiento del fútbol de salón demuestran que el objetivo principal de la pretemporada no debe ser únicamente la mejora y el desarrollo de las vías energéticas (aeróbica y anaeróbicas), sino también potenciar el ritmo de juego del equipo desde el inicio e integrar en el entrenamiento un sistema de juego determinado. Por eso la pretemporada también debe ser planificada al detalle, con mucha antelación y dejando poco espacio para la improvisación. Para ello, es fundamental conocer a los jugadores y el estilo de juego que después van a realizar en la competición (13).

Para ello el cuerpo técnico del Pereira FS durante el pre campeonato nacional de Colombia de futbol sala hará un proceso de selección de jugadores basados en habilidad, destreza, actitudes, aptitudes estado físico y consumo máximo de oxígeno, este último con el fin de aportar impedancia a la selección de jugadores.

Posterior a la selección final del equipo se continúa evaluando consumo máximo de oxígeno durante el campeonato con el objetivo de que el cuerpo técnico plantee diseños pedagógicos en el entrenamiento que permitan mejorar el VO₂ máximo de todos los jugadores y así mejorando su mecánica técnica y táctica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El siguiente estudio se realizó en la ciudad de Pereira perteneciente al departamento de Risaralda Colombia a 42 deportistas los cuales iniciaron un proceso de selección de aproximadamente un mes con el objetivo de pertenecer al equipo profesional de fútbol de salón de la ciudad en mención y representarla oficialmente en el torneo nacional de fútbol de salón en la temporada 2019.

Para recolectar la información se realizó una reunión previa con el cuerpo técnico y los jugadores en donde se contextualiza a los participantes el objetivo de la investigación, las pruebas que se le realizarían, los datos que se le tomarían y la finalidad del test. Posteriormente los participantes firmaron consentimiento informado para participar en todos los eventos realizados en la investigación.

La prueba de “Course Navette” o carrera de 20 metros es una prueba de aptitud cardiorrespiratoria máxima y progresiva, que mide la potencia aeróbica máxima e indirectamente el consumo máximo de oxígeno, la prueba se realiza mediante una carrera de ida (20 metros) y vuelta (20 metros) en la que el sujeto va desplazándose de un punto a otro, realizando un cambio del sentido al ritmo indicado por una señal sonora que va acelerándose progresivamente. La prueba se inicia a una velocidad de 8 km/h, siendo al principio lento, incrementándose la velocidad paulatinamente con el transcurso del tiempo, la prueba culmina a una velocidad de 18 km/h. Durante la prueba, el

mismo sujeto es el encargado de determinar el propio ritmo, de tal manera que se encuentre en un extremo de la pista al oír la señal, con una aproximación de 1 o 2 metros. En cada extremo hay que tocar la línea con el pie y la prueba acaba en el momento en que el individuo interrumpe voluntariamente la prueba, y/o cuando no soportan más el ritmo impuesto por la señal acústica (14).

Posteriormente se estimó la velocidad aeróbica máxima (VAM) atendiendo a la fórmula propuesta por Kuipers et al. (1985): VAM = Velocidad del último estadio (km/h)+((tiempo(s))/(60×0,5)) Ec.1

El consumo de oxígeno máximo (VO₂max) se estimó mediante la distancia recorrida atendiendo a la fórmula propuesta por Léger y Mercier (1984) (15):

$$VO_{2max} \quad (ml/kg/min)=1,353+3,163 \quad x \quad Velocidad \quad (km/h)+0,0122586 \quad x \quad Velocidad \quad (km/h). \quad Ec. \quad 2$$

La Ecuación que se utilizó el para determinar el VO₂max es:

$$Vo_{2max}=(31,025)+(3,238*X)-(3,248*A)+(0,1536*A*X) \quad Ec. \quad 3$$

Donde:

X=Velocidad a la que se paró el sujeto.

A=Edad. Para sujetos mayores de 18 años siempre se aplica el valor 18.

El lugar en donde fueron realizadas las pruebas de la presente investigación fue el coliseo Rafael Cuartas Gaviria ubicado en la ciudad de Pereira perteneciente al departamento de Risaralda Colombia, localidad que se encuentra a una altura de 1411 metros sobre el nivel del mar y una temperatura entre los 18°C y 20°C. Dichas pruebas fueron tomadas en horas de la noche entre las 7.00 PM y las 10:00 PM hora local.

Se registró edad, peso corporal, altura, tensión arterial manual con estetoscopio, frecuencia cardiaca y saturación arterial de oxígeno: El peso se midió con una balanza marca SECA con una precisión de 0,1 kg para la toma del peso corporal (Kg), un tallímetro marca SECA con una precisión de 0,1 mm para de la determinación de la altura vertical en función del plano de Frankfort (cm), un esfigmomanómetro anerode marca prestige medical junto con un estetoscopio marca littmann classic II para medir tensión arterial y un pulsioxímetro marca LORD para medir frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno.

Para el análisis de los datos se empleó el programa SPSS versión 24. Se realizaron pruebas de estadística descriptiva (Las variables cuantitativas se presentaron en media y desviación estándar). Se aplicó la prueba chi-cuadrado para establecer si existe relación entre el IMC, Vo2max y el rango de edad. Se evaluó a partir del coeficiente de correlación de Pearson la relación entre las variables de estudio, posteriormente se aplicó un análisis de regresión lineal entre el Vo2max y el estadio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muestra está conformada por 41 deportistas de género masculino con una edad comprendida entre los 17 a 29 años, un promedio $22,24 \pm 3,34$ años, una estatura $1,70 \pm 0,06$ m y un peso de $69,15 \pm 8,83$ kg. En la tabla 1 se observan las características generales del IMC, frecuencias cardiacas, estadio y el consumo máximo de oxígeno

$VO2_max = 53,80 \pm 6,90$ ml/kg/min Ec. 4

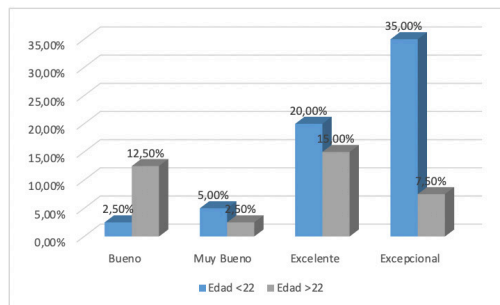
Tabla 1. Análisis descriptivo Variables de estudio.

	Media	Desviación
Edad (años)	22,24	3,34
Talla (m)	1,70	0,06
Peso (kg)	69,15	8,83
IMC (kg/m2)	24,01	2,93
FC Reposo (ppm)	71,21	11,75
FC Inmediata (ppm)	186,12	20,59
FC 5 Min Despues (lpm)	114,64	22,01
Estadio (Minutos)	10,88	2,01
Velocidad (km/h)	13,44	1,01
VO2Max_ (ml/kg/min)	53,80	6,90

Con respecto a la frecuencia cardiaca (FC) de los jugadores en reposo, se encontró que un 16,67% es excelente, 30,95% buena, y el 9,52% presentaron una frecuencia cardiaca inadecuada. Al final de la prueba Course Navette el promedio de la FC fue $186,12 \pm 20,59$ ppm.

Según la clasificación de la frecuencia cardiaca máxima, el 41,5% presentaron una buena condición física, 31,7% se ubicó en la zona 4 que indica ser un deportista de alto nivel. Con respecto al VO2_max un 40,5% se encuentran en un estado Excepcional, 37,5% estado Excelente, 7,1% estado muy bueno y el resto estado bueno como se observa en la figura 1.

Figura 1. Rango del VO2_max en la prueba Course Navatte con respecto a la clasificación de la edad de los jugadores de futbol de salón.



La Tabla 2. Muestra que existen diferencias significativas entre la clasificación de la edad y el IMC ($p=0,019$). De igual forma con el $VO2_{max}$ ($p=0,038$), pero no se observan diferencias con respecto a la $FC_{reposito}$ ni $FC_{inmediato}$. También se puede observar que el 53,7% de los jugadores menores de 22 años presentan un peso normal y el 7,3% sobrepeso.

Tabla 2. Comparación entre el rango de edad y el nivel de IMC, $VO2_{max}$ y FC

Variables	Características %		Valor p	
	Edad <22	Edad >22		
Clasificación IMC	Obesidad tipo I	0%	4,90%	0,019*
	Peso normal	53,70%	19,50%	
	Sobrepeso	7,30%	14,60%	
$VO2_{max}$ (ml/kg/min)	Buena	2,50%	12,50%	0,038*
	Muy Buena	5,00%	2,50%	
	Excelente	20,00%	15,00%	
	Excepcional	35,00%	7,50%	
$FC_{inmediata}$	Zona 1	5,10%	0,00%	0,423
	Zona 2	5,10%	0,00%	
	Zona 3	25,60%	15,40%	
	Zona 4	15,40%	17,90%	
	Zona 5	10,30%	5,10%	

Los valores p que están señalados con un asterisco indican las subescalas estadísticamente significativas

Se determinó si existen diferencias significativas entre los grupos de estudio como se indica en la tabla 3. Con respecto al $VO2_{max}$, el IMC y la edad, se presentan diferencias ($p<0,05$), pero esta diferencia es fácilmente mejorable con un adecuado entrenamiento y una alimentación saludable. Por ejemplo, Un jugador de 18 años que presento un IMC 21,66 Kg/m² peso Normal, con el test Course Navatte, obtuvo un $VO2_{max}$ de 62,6 ml/kg/min y un jugador de mayor edad 26 años con un índice muscular de 22,58 kg/m² peso normal, presenta un $VO2_{max}$ de 59,60. Una diferencia mínima. No se observan diferencias significativas entre el rango de edad y la frecuencia cardiaca inmediata ($p=0,909$).

Tabla 3. Anova para los valores obtenidos en la prueba Course NAVATTE

	Tiempo (min)	Velocidad (km/h)	Vo2Max (ml/kg/min)	IMC (kg/m ²)	FC_Inmediata (ppm)
Edad>22 años	10,16 ± 1,95	12,97 ± 1,00	50,40 ± 6,05	25,69 ± 3,28	167,20 ± 12,73
Edad<22 años	11,80 ± 1,73	13,80 ± 8,78	56,34 ± 6,48	22,75 ± 2,09	166,42 ± 24,27
Valor p	0,009*	0,009*	0,007*	0,002*	0,909

Los valores p que están señalados con un asterisco indican las subescalas estadísticamente significativas

Se evidencia una correlación positiva fuerte entre el Vo2max y el tiempo de finalización de la prueba de los jugadores de futbol de salón ($r=0,875$; $p<0,001$). De igual forma existe una correlación inversamente proporcional con respecto al Vo2max y dos variables de estudio IMC ($r=-0,337$; $p=0,034$) y la edad ($r=-0,494$; $p=0,001$) como se observa en las figuras 2 y 3. Con respecto al IMC se observa correlación negativa baja con el tiempo de finalización de la prueba ($r=-0,325$; $p=0,041$) he inversa moderada con la edad ($r=-0,501$; $p=0,001$). Con respecto a la frecuencia cardiaca inmediata no se observa correlación.

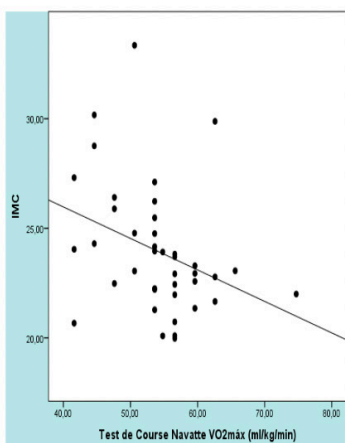


Figura 2. Correlación entre el VO_{2max} y el IMC (kg/m²) en jugadores de Futbol de salón ($r = -0,337$; $p = 0,034$)

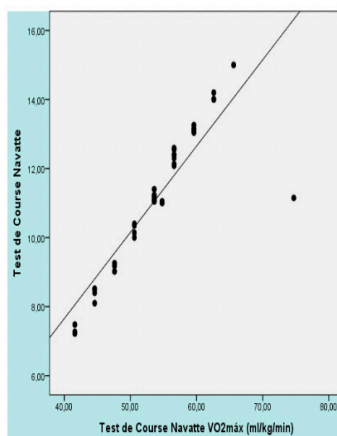


Figura 3. Correlación entre el VO_{2max} y el tiempo de finalización de la prueba Course Navatte en jugadores de Futbol de salón ($r = 0,875$; $p < 0,001$)

Finalmente se planteó un modelo predictivo de regresión lineal para el consumo máximo de oxígeno ($\text{Vo}_{2\text{max}}$), esta ecuación permite predecir el 76% de la variabilidad del $\text{Vo}_{2\text{max}}$ con un ($r^2 = 0,76$; $t = 3,38$; $p < 0,001$).

La ecuación de predicción para el $\text{Vo}_{2\text{max}}$ (ml/kg/min) es:

$$\text{Vo}_{2\text{max}} = 19,80 + 3,062 * T \quad \text{Ec. 5}$$

Dónde: T=Tiempo de finalización la prueba (min)

Se puede decir que el test de Course –Navette es una de las mediciones indirectas más usadas en el mundo para medir el consumo de oxígeno, es importante observar que el promedio encontrado es de $50,40 \pm 6,05$ para jugadores mayores de 22 años y $56,34 \pm 6,48$ para menores de 22 años, en ml/kg/min, de acuerdo a lo esperado.

Por otra parte, (16), indican que un adecuado nivel de consumo de oxígeno, permite ejecutar actividades de resistencia con un nivel de esfuerzo más alto o a un ritmo más rápido, mejorando el potencial de rendimiento. Sin embargo se menciona que otro aspecto importante es el límite superior al cual se puede sostener un ejercicio continuo. Este límite está influenciado por el denominado umbral anaeróbico y por la alta utilización fraccional del VO_2 máx. Este mismo autor indica que en el fútbol se utiliza un consumo de oxígeno correspondiente al 75% del VO_2 máx. Valor probablemente cercano al umbral anaeróbico en los futbolistas de alto nivel, esto sugiere hacer más investigaciones para determinar la tolerancia del futbolista costarricense a trabajos cerca o por encima de su umbral anaeróbico.

Además, de lo encontrado en este estudio, es necesario la determinación del consumo máximo de oxígeno no solo en pretemporada sino también y como lo establece la literatura al final de cada periodo competitivo (17), por tratarse de un deporte intermitente, de tipo aeróbico y anaeróbico.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que los jugadores del equipo profesional de fútbol de salón alcaldía de Pereira evaluados, presentan al inicio de la pretemporada un VO₂ máx., normal, según lo encontrado en otros estudios con futbolistas internacionales. Sin embargo, es recomendable extender este tipo de análisis más allá de la pretemporada, para observar si se logra mejorar específicamente, este indicador, en el periodo competitivo, según las demandas específicas de cada puesto.

Las mediciones del rendimiento de los deportistas se hace necesario realizarlas a través de un seguimiento en la pretemporada, durante la misma y en posttemporada, de tal manera que se logre identificar el crecimiento del jugador, y estrategias de mejora en sus actitudes físicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Naser N, Ali A, Macadam P. Physical and physiological demands of futsal. Vol. 15, Journal of Exercise Science and Fitness. Elsevier (Singapore) Pte Ltd; 2017. p. 76–80.
2. Barbero-Alvarez JC, Soto VM, Barbero-Alvarez V, Granda-Vera J. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. J Sports Sci. 2008 Jan;26(1):63–73.
3. Cuaspa Burgos HY. Valoración del consumo máximo de oxígeno (vo₂ máx.) De los jugadores de fútbol del club galeras pretemporada 2018. Rev Bras Futsal e Futeb. 2019;12(42):90–104.
4. Bangsbo J. Entrenamiento de la condición física en el fútbol [Internet]. 1997. p. 355. Available from: https://isfd18-bue.infed.edu.ar/aula/archivos/repositorio/0/134/Entrenamiento_de_la_Condicion_Fisica_en_el_Futbol._Jens_Bangsbo.pdf

5. García GC, Secchi JD. Test course navette de 20 metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. Vol. 49, *Apunts Medicina de l'Esport*. Elsevier Doyma; 2014. p. 93–103.
6. García G. Caracterización de los esfuerzos en el fútbol sala basados en el estudio cinemático y fisiológico de la competición - Dialnet. *Lect Educ física y Deport* [Internet]. 2004 [cited 2019 Nov 22];77. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=989055>
7. Longstreet Taylor H, Buskirk E, Henschel A. Maximal Oxygen Make us ati Objective Measwe of Cardio-Respiratory Peformance. 1955 [cited 2019 Nov 22];8. Available from: <http://jap.physiology.org/>
8. Measured maximal oxygen uptake in a multi-stage shuttle test and treadmill-run test in trained athletes. *J Sport Med Phys Fit* [Internet]. 2005 [cited 2019 Nov 22];45(3):306–14. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16230982>
9. García GC, Secchi JD. Relación de las velocidades finales alcanzadas entre el Course Navette de 20 metros y el test de VAM-EVAL. Una propuesta para predecir la velocidad aeróbica máxima. *Apunt Med l'Esport*. 2013;48(177):27–34.
10. Berthoin S, Gerbeaux M, Turpin E, Guerrin F, Lensele-Corbeil G, Vandendorpe F. Comparison of two field tests to estimate maximum aerobic speed. *J Sports Sci*. 1994;12(4):355–62.
11. Curilem Gatica C, Almagià Flores A, Yuing Farías T. Aplicación del test course navette en escolares. *Mot Humana*. 2015;16(2):95–9.

12. Olds T, Tomkinson G, Léger L, Cazorla G. Worldwide variation in the performance of children and adolescents: An analysis of 109 studies of the 20-m shuttle run test in 37 countries. *J Sports Sci.* 2006;24(10):1025–38.
13. Parada López A. PREPARACIÓN FÍSICA EN EL FÚTBOL SALA. 2015. 272 p.
14. Luque G, Rivera E, Sánchez AJ, Sánchez ML. Niveles de condición física de escolares de educación primaria en relación a su nivel de actividad física y al género - Dialnet. Retos nuevas tendencias en Educ física, Deport y recreación [Internet]. 2014 [cited 2019 Nov 22];25:17–22. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4554671>
15. Azcárate Jiménez U, Los Arcos Larumbe A, Yanci Irigoyen J. Diferencias en la capacidad de aceleración, cambio de dirección y resistencia cardiovascular entre jugadores de fútbol amateur de distinta categoría competitiva - Dialnet. *Rev Univ la Educ Física y el Deport* [Internet]. 2016 [cited 2019 Nov 22];9:6–14. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6070680>
16. Wilmore JH, Costill DL. FISIOLOGÍA DEL ESFUERZO Y DEL DEPORTE 6a Edición. 2017. 775 p.
17. Gibala MJ, MacDougall JD, Tarnopolsky MA, Stauber WT, Elorriaga A. Changes in human skeletal muscle ultrastructure and force production after acute resistance exercise. *J Appl Physiol.* 1995;78(2):702–8.

14

CAPÍTULO CATORCE

Caracterización Epidemiológica del Cáncer Infantil Pereira-Colombia. 2011- 2015

Gladys Judith Basto Hernández. Mg Epidemiología. Facultad de Ciencias de la Salud. Fundación Universitaria del Área Andina Seccional Pereira. Colombia. Grupo de Investigadores de Enfermería de Risaralda. Email: gbasto@areandina.edu.co

María Nelcy Muñoz Astudillo. Mg Salud Pública. Facultad de Ciencias de la Salud. Fundación Universitaria del Área Andina Seccional Pereira. Colombia. Grupo de Investigadores de Enfermería de Risaralda. Email: mmunoz@areandina.edu.co

Gloria Liliana Porras Hurtado. Doctora en Medicina Molecular y posdoctora en Genética. Grupo Salud Comfamiliar. Clínica Comfamiliar Risaralda. E-mail: glolipo@utp.edu.co

Jorge Mario Estrada Álvarez. Mg Epidemiología. Mg. Matemática aplicada. Grupo Salud Comfamiliar. Clínica Comfamiliar Risaralda. Email: jorgemarioestrada@hotmail.com

Carlos Alberto Largo García. Ingeniero de sistemas. Mg. Salud Pública. Soluciones Informáticas Sisfo.Exe. Email: Clargo@sisfo.com

RESUMEN

Introducción

El cáncer infantil es poco frecuente; presenta alta mortalidad y gran afectación psicoafectiva, social y económica. Más frecuente en países de medianos y bajos recursos.

Objetivo: Identificar características epidemiológicas de Cáncer Infantil en Pereira-Risaralda en el período 2011-2015

Métodos: Estudio observacional retrospectivo. Se obtuvieron datos de historias clínicas de hospitales, centros especializados, laboratorios, Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE, y de archivos de secretaría municipal de Salud sobre casos de cáncer en niños, niñas y adolescentes menores de 18 años, diagnosticados en Pereira- Colombia en el período 2011– 2015. Se contó con autorización de Instituciones de Salud y entidades que disponían de información sobre el tema. Para preservar el anonimato, la identificación individual fue codificada y esta información reservada únicamente para el grupo investigador. Los cánceres se clasificaron según la International Classification of Childhood Cancer, tercera revisión -ICCC-3 y la CIE-O. Se estimaron Tasas de Incidencia-TI y Tasas de Mortalidad-TM ajustadas por edad, género y localización primaria. Se verificó la procedencia del caso con chequeo manual revisando datos de dirección de domicilio y residencia en Pereira mayor o igual a seis meses antes del diagnóstico. Se realizó depuración de información. Análisis con SPSS v.23 y supervivencia Kaplan Meier.

Resultados: Se identificaron 108 casos de cáncer infantil. Mediana de edad: 6.5 años, proporción en hombres el 55.6%; en estratos 0 y 1 el 48.2%. Tumores hematológicos: 67.6% y sólidos: 32.4% con distribución similar por edad y género. Grupos más frecuentes: Leucemias: 60.2%, Neoplasias del SNC e Intracraneales: 12%, Linfomas: 10.2%, Hueso: 4.6% y Tumores renales: 3.7%. Mayor frecuencia de leucemias a menor edad.

Tasa anual de incidencia ajustada en hombres: 198.8 por 106 y en mujeres: 183.4 por 106. Estado al final del período: curado: 9.3%, en tratamiento 55.6%, muertes: 28.7% y perdido: 6.5%. TM ajustado (promedio anual) 62.2% en hombres y 38.1% en mujeres; mayor mortalidad en hombres de 5-9 años. Supervivencia a 5 años: en hombres: 47.4 y en mujeres: 67.2; en tumores hematopoyéticos: 54.6 y en sólidos: 47.8.

Conclusión

Alta incidencia principalmente en población vulnerable y supervivencia menor que en países desarrollados. Necesarios diagnóstico y tratamiento oportunos, continuar estudios.

Palabras clave. epidemiología, cáncer infantil, incidencia, mortalidad, supervivencia

INTRODUCCIÓN

El cáncer a cualquier edad es considerado una enfermedad catastrófica; (1) compromete seriamente la calidad de vida relacionada con la salud en las personas afectadas y sus familias; su diagnóstico y tratamiento requiere de grandes inversiones económicas. Cuando ocurre en niños y personas menores de 18 años, su atención representa mayores repercusiones socioeconómicas y psicoafectiva con respecto a adultos, dada la mayor fragilidad, la inmadurez anatómica y fisiológica y el estado de indefensión social propio de la niñez y la adolescencia.

En general, el cáncer infantil se clasifica en dos grandes grupos: enfermedades hematológicas y tumores sólidos. A diferencia de los adultos, las neoplasias malignas en los niños tienden a tener períodos de latencia cortos, crecen rápidamente, son biológicamente muy agresivas y responden mejor a la quimioterapia.(2) Casi la mitad de los cánceres infantiles son de células sanguíneas (leucemias y linfomas), seguidas de tumores del sistema nervioso central y tumores que tienen su origen en tejidos

embrionarios (neuroblastoma, nefroblastoma y retinoblastoma); en los adultos predominan los carcinomas, tumores epitelial, los cuales son extremadamente raros en niños.(3).

Se desconocen con precisión las causas del cáncer infantil; sin embargo, existen suficientes conocimientos teóricos para poder afirmar el compromiso de agentes genéticos (4) y medioambientales (5). Si bien, se han realizado avances científicos importantes en el tratamiento, su incidencia es cada vez mayor, tiene compromiso multifactorial y aún no se vislumbran con claridad los factores de mayor peso involucrados en su génesis. (6)

La incidencia del cáncer infantil varía dependiendo del país o del lugar geográfico donde se esté estimando en un momento y es mayor en poblaciones y regiones de mayor vulnerabilidad económica; abarca cifras entre 50 y 200 casos por millón de niños. En países desarrollados representa menos del 1% pero en países con menos recursos, representa cerca del 3% de todos los cánceres.(7). Aunque se aprecia poco frecuente, este cáncer es muy importante por el incremento en su incidencia, aún en países desarrollados, su letalidad, irreversibilidad, discapacidad y el efecto final en los años de vida perdidos.

El aumento en la incidencia del cáncer infantil ha sido hallazgo de varios estudios (8)(9). Según estimaciones de la Agencia Internacional de Investigación sobre el cáncer-IARC, en el mundo se diagnostican aproximadamente 215.000 cánceres por año en los menores de 15 años y alrededor de 85.000 cánceres en los de 15 a 19 años (3). Una de las mayores preocupaciones frente al incremento en la incidencia del cáncer infantil es la reducida capacidad de los países para afrontarla. En regiones de medianos y bajos recursos, principalmente de África, Asia y América Latina, donde se concentra aproximadamente el 80% de los niños, niñas y adolescentes con cáncer, se presentan las mayores inequidades y dificultades para el acceso a la atención.(7) Los resultados del estudio de carga global por cáncer infantil resaltan el peso

desproporcionado de esta carga en poblaciones de medianos y bajos ingresos y llaman la atención sobre la importancia de este problema a nivel mundial. (10)

En países desarrollados la supervivencia a 5 años en niños con cáncer infantil puede ser mayor del 80%, mientras que en otros países es menor (11) Bhakta et al, reafirman lo anterior y expresan que estas estimaciones muestran los progresos en diagnóstico y tratamiento en estos países de altos ingresos, sin embargo, dejan claro que los datos correspondientes a los países de bajos y medianos ingresos, donde reside el 90% de los niños con cáncer, son sustancialmente peores (12). En la Región de las Américas, al igual que en el resto del mundo, la frecuencia del cáncer infantil es baja. Cada año se diagnostican 27.000 casos en menores de 14 años y se reportan aproximadamente 10.000 defunciones por esta causa. El 65% de los casos se presentan en América Latina y el Caribe. (13)

Aunque el cáncer es una enfermedad poco frecuente en la infancia y adolescencia, constituye una de las principales causas de muerte en personas menores de 18 años. En Colombia según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en 2014 se registraron 942 muertes por cáncer en personas de cero a 19 años y la mayor incidencia se encuentra en el grupo de cero a 14 años y le sigue el grupo de 15 a 19 años. (14). Según el análisis realizado por el Registro Poblacional de cáncer de Cali, la supervivencia global a 5 años en niños fue de 52.0% (IC 95%: 48.7, 55.3) y en adolescentes de 44.0% (IC 95%: 35.4, 52.2)(15)

La preocupación de los planificadores en salud es no disponer de un registro constante y actualizado de indicadores epidemiológicos como morbilidad, mortalidad, incidencia, prevalencia y porcentaje de supervivencia, fundamentales para el seguimiento, monitorización y evaluación de la oportunidad de la atención en el seguimiento y control.

En Pereira, se construyó la línea de base de casos de cáncer en menores de 15 años, diagnosticados en el período 2006-2010 la cual mostró una Tasa cruda de incidencia de 169,6 y tasa ajustada de 172,2 casos por millón. La Tasa cruda de mortalidad fue de 344,6 y la tasa ajustada de mortalidad fue 347,5 muertes por millón. Con el método de Kaplan Meier se encontró una supervivencia acumulada a cinco años de 28,3% (16) Este estudio pretende dar continuidad al trabajo iniciado; la información registrada constituye un referente confiable para evaluar necesidades, establecer prioridades de atención a nivel local. Apoya el Objetivo de Desarrollo Sostenible 3: “Garantizar vidas saludables y promover el bienestar para todos en todas las edades”

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio observacional retrospectivo, previa autorización se obtuvieron datos de historias clínicas de instituciones de salud, públicas y privadas, centros especializados, laboratorios, DANE, archivos municipales, sobre casos de cáncer en niños, niñas y adolescentes menores de 18 años, diagnosticados y con un mínimo de seis meses de residencia en Pereira- Colombia, en área urbana o rural, en el período comprendido entre el 1° de enero de 2011 y el 31 de diciembre de 2015. Se utilizó la fecha de diagnóstico del primer tumor primario. Se incluyeron los casos confirmados con reporte histopatológico, hematológico, quirúrgico u otro.

Los datos se registraron en una plataforma creada para este estudio. La investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Clínica Comfamiliar Risaralda y registrada en la Dirección de Investigaciones de la Fundación Universitaria del Área Andina bajo el código CV2018-P55; para preservar anonimato, las identificaciones individuales fueron reemplazadas por códigos.

Se realizó caracterización sociodemográfica según género, grupo de edad, estrato socioeconómico, régimen de seguridad social y procedencia. Los tumores se clasificaron con la taxonomía de

Classification International of Childhood Cancer [ICCC-3], se distribuyeron según tipología del tumor [hematológico o sólido] y localización primaria. Para la medición de incidencias se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk disponible en el software estadístico Stata-14, se estimaron tasas de incidencia y de mortalidad por género y la población de referencia correspondió a la registrada en el DANE, proyección 2006-2020. Se describió el estado de los casos al final del período. Se estimó la supervivencia a cinco años con método de Kaplan Meier, por edad, género y tipología del tumor.

RESULTADOS

Caracterización de la población

Un total de 108 personas, menores de 18 años fueron diagnosticados con cáncer en el municipio de Pereira-Colombia en el periodo 2010-2015. Los resultados se presentaron según variables epidemiológicas. Como se aprecia en la Tabla 1, se encontró predominio de género masculino (55,6%). Los grupos de edad con mayor número de casos fueron: de 0 a 4 años (34.3%) y de 5 a 9 años (34.3%). La mayoría de los casos ubicados en estratos socioeconómicos de 0 y 1 (48.2%), con régimen subsidiado (54.6%) y procedentes de zona urbana (78.7%).

Tabla 1. Características de niños y niñas con Cáncer Pereira 2010-2015

Características			Tipología del tumor			
Variables	Número (108)	Porcentaje (100%)	Hematológico		Sólido	
			Numero (73)	Porcentaje (100)	Número (35)	Porcentaje (100%)
Género						
Masculino	60	55.6	42	38.9	18	16.7
Femenino	48	44.4	31	28.7	17	15.7
Rango de edad						
De 0 a 4	37	34.3	27	25	10	9.3
De 5 a 9	37	34.3	27	25	10	9.3
10 a 14	24	22.2	17	15.7	7	6.5
15-17	10	9.3	2	1.9	8	7.4
Estrato socio económico						
0-1	52	48.2	33	30.6	19	17.6
2-3	45	41.7	31	28.7	14	13
4-5	11	10.2	9	8.3	2	1.9
Régimen de seguridad social						
Contributivo	44	40.7	32	29.6	12	11.1
Subsidiado	59	54.6	38	35.2	21	19.4
Especial	3	2.8	2	1.9	1	0.9
No asegurado	2	1.9	1	0.9	1	0.9
Lugar de residencia						
Zona urbana	85	78.7	57	52.8	28	25.9
Zona rural	23	21.3	16	14.8	7	6.5
Total	108	100	73	67.6	35	32.4

Fuente: Pacientes de <18 de años con cáncer. Pereira, enero /2011 a diciembre/2015

Con respecto a la tipología del tumor, predominan los tumores hematológicos con el 67.6%, los cuales muestran mayor número de casos en población masculina, en grupos de menor edad, en estratos más bajos y en población de régimen subsidiado. (Tabla 1).

Métodos diagnósticos registrados: por histología: 43(39.8%), citologías: 18(16,7%), marcadores tumorales específicos: 6(5,6%), clínico: 3(2,8%), biopsia: 2(1,9%) y con reporte registrado en historia clínica, pero no encontrado: 36(33,3%). El tratamiento más aplicado fue quimioterapia: 91(84.3%), le sigue cirugía: 14(13%), radioterapia: 2(1,9%); quimio + radio 1(0.9%).

Según la localización primaria, los casos estuvieron distribuidos en los siguientes órganos: Medula ósea: 65(60.2%), cerebro: 13(12%),

ganglios linfáticos: 11(10.2%), riñón: 5(4,6%), hueso: 4(3.7%), encéfalo: 2(1.9%), retina: 2(1,9%), testículo: 2(1.9%). En boca, estómago, glándula parótida y tiroides se presentó un caso en cada órgano, en total: 4(3,7%). La Tabla 2 presenta la distribución de los casos por grupos de edad, según la clasificación internacional ICC-3. La mayor proporción de casos se encuentra en el grupo de leucemias, con un 60.1%, seguido de tumores del grupo III: neoplasias del SNC e intracraneales (12%) y de los linfomas (10.3%).

Tabla 2. Pereira, Colombia. Frecuencia de casos de menores de 18 años con cáncer, según Classification International of Childhood Cancer, (ICCC-3). 2011-2015

Clasificación internacional	De 0 a 4 años	De 5 a 9 años	De 10 a 14 años	De 15 a 17 años	Total	Porcentaje
I(a) Leucemias Linfoides	21	18	12	1	52	48,1
I(b) Leucemias Mieloides	4	4	4	1	13	12,0
II(a) Linfoma Hodking	0	1	0	2	3	2,8
II(b) Linfoma no Hodking	3	3	1	0	7	6,5
II(c) Linfoma Burkitt	0	1	0	0	1	0,9
III(a) Ependimoma	0	0	0	1	1	0,9
III(b) Astrocitomas	1	4	0	1	6	5,6
III(c) Meduloblastoma o Tumor Neuro ectodérmicos primitivo	2	1	1	0	4	3,7
III(d) Neoplasias intracraneales e intraespinales diversas	0	1	1	0	2	1,9
IV(a) Ganglioneuroblastoma	2	0	0	0	2	1,9
V Retinoblastoma	2	0	0	0	2	1,9
VI(a) Tumor de Wilms	1	3	0	1	5	4,6
VIII(a) Osteosarcomas	1	0	3	0	4	3,7
IX(c) Sarcoma de Kaposi	0	0	0	1	1	0,9
X(d) Carcinoma gonadales	0	0	1	1	2	1,9
XI(b) Carcinoma de tiroides	0	0	0	1	1	0,9
XI(c) Carcinoma nasofaríngeo	0	0	1	0	1	0,9
XI(f) Otros carcinomas no específicos	0	1	0	0	1	0,9
Total	37	37	24	10	108	100

Fuente: Pacientes de <18 de años con cáncer. Pereira, enero /2011 a diciembre/2015

Incidencias

Coherente con los hallazgos registrados, la Tabla 3 presenta las incidencias crudas por grupos de edad, donde se observa el predominio de leucemias en el grupo de 0 a 4 años, los linfomas y

los tumores del SNC en el grupo de 5 a 9 años. Las retinoblastoma y los tumores del Sistema nervioso simpático se presentan en menores de 4 años, mientras que los sarcomas en tejidos blandos y los carcinomas se presentan en niños de mayor edad.

Tabla 3. Pereira, Colombia. Diagnóstico de casos menores de 18 años con cáncer según ICCC-3 Incidencias crudas por grupos de edad. 2011-2015

Diagnóstico médico	Total	Porcentaje	Incidencias crudas por grupos de edad * 100.000				
			0-4	5 a 9	10 a 14	15 a 17	Incidencias
I Leucemias	65	60,1	72,6	63,5	43,9	8,5	50,3
II Linfomas	11	10,3	8,7	14,4	2,7	8,5	8,5
III Neoplasias de SNC e Intracraneales	13	12,0	8,7	17,3	5,5	8,5	10,1
IV Tumores del SN Simpático	2	1,9	5,8	0,0	0,0	0,0	1,5
V Retinoblastoma	2	1,9	5,8	0,0	0,0	0,0	1,5
VI Tumores Renales	5	4,6	2,9	8,7	0,0	4,2	3,9
VII Tumores Hepáticos	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VIII Tumores Malignos del Hueso	4	3,7	2,9	0,0	8,2	0,0	3,1
IX Sarcomas de Tejidos Blandos	1	0,9	0,0	0,0	0,0	4,2	0,8
X Neoplasias de Células Germinales	2	1,9	0,0	0,0	2,7	4,2	1,5
XI Carcinomas y Otras Neoplasias Epiteliales Malignas	3	2,8	0,0	2,9	2,7	4,2	2,3
XII Otras Neoplasias Malignas Epiteliales	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	108	100	107,4	106,7	65,8	42,4	83,6

Fuente: Pacientes de <18 de años con cáncer. Pereira, enero /2011 a diciembre/2015

En el análisis por años, se observa que el comportamiento por grupos de edad no muestra un patrón específico, hay gran variabilidad en las cifras. Las tasas promedio anual de incidencias disminuyen a medida que aumenta la edad. (Tabla 4)

Tabla 4. Pereira, Colombia. Tasas crudas de incidencias de cáncer en menores de 18 años, según grupo de edad y año. Período 2011-2015

Edad	2011		2012		2013		2014		2015		Total	
	Tasa	n	Tasa	n	Tasa	n	Tasa	n	Tasa	n	Tasa Promedio anual	n
0-4	402,8	14	86,7	3	203,2	7	175,1	6	205,5	7	215,0	37
5-9	255,6	9	258,1	9	201,9	7	231,8	8	116,3	4	213,0	37
10-14	131,0	5	107,3	4	219,3	8	28,0	1	170,6	6	131,3	24
15-17	40,6	1	41,4	1	127,3	3	43,6	1	179,0	4	85,0	10
Total	218,5	29	129,8	17	193,6	25	125,5	16	166,7	21	167,1	108

Fuente: Pacientes de <18 de años con cáncer. Pereira, enero /2011 a diciembre/2015

La tasa de incidencia cruda y ajustada para el período fue de 167.2 y 183.4*1'000.000 por millón respectivamente. Por género, en hombres la TI cruda fue de 181.8 y la ajustada fue de 198.8 por millón y en mujeres, la TI cruda de 152.0 y la ajustada fue de 167.4 por millón.

La Tabla 5 presenta el estado del paciente al final del periodo. Los pacientes remitidos a otra institución fuera del departamento fueron 19(17,6%). El hallazgo más importante es el mayor número de muertes en género masculino, los cuales son prioritariamente de tipo hematológico.

Tabla 5. Pereira, Colombia. Casos de menores de 18 años con cáncer, según estado al final del periodo. 2011-2015

Estado al final	Género	Clasificación del tumor				Total
		Hematológico		Sólido		
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	
Curado	Masculino	2	2,7	2	5,7	4
	Femenino	4	5,5	2	5,7	6
	Total	6	8,2	4	11,4	10
En tratamiento	Masculino	24	32,9	8	22,9	32
	Femenino	20	27,4	8	22,9	28
	Total	44	60,3	16	45,7	60
Muerto	Masculino	14	19,2	6	17,1	20
	Femenino	6	8,2	5	14,3	11
	Total	20	27,4	11	31,4	31
Perdido	Masculino	2	2,7	3	8,6	5
	Femenino	1	1,4	1	2,9	2
	Total	3	4,1	4	11,4	7
Total	Masculino	42	57,5	19	54,3	61
	Femenino	31	42,5	16	45,7	47
	Total	73	100,0	35	100,0	108

Fuente: Pacientes de <18 de años con cáncer. Pereira, enero /2011 a diciembre/2015

Mortalidad

Se encontraron registros de mortalidad por cáncer en 31 casos (28,7%). El promedio anual de la tasa de mortalidad cruda estimada fue de 48.0 y la ajustada fue de 50.4.

Tabla 6. Pereira, Colombia. Frecuencia de mortalidad de casos en menores de 18 años con cáncer, según grupo diagnóstico y grupos de edad. Periodo. 2011-2015

Grupo diagnóstico ICCC-3	Grupo de edad				Total	Porcentaje
	De 0 a 4	De 5 a 9	De 10 a 14	De 15 a 17		
I. Leucemias	2	9	3	2	16	51,6
II. Linfomas	2	1	0	0	3	9,7
III. Neoplasias del SNC e intracraneales	1	1	2	1	5	16,1
IV. Tumores del Sistema nervioso simpático	2	0	0	0	2	6,5
VI. Tumores renales	0	2	0	0	2	6,5
VIII. Tumores malignos del hueso	0	0	1	0	1	3,2
X. Neoplasias de células germinales	0	0	1	0	1	3,2
XI. Carcinomas y otras neoplasias epiteliales malignas	0	0	0	1	1	3,2
Total	7	13	7	4	31	100

Fuente: Pacientes de <18 de años con cáncer. Pereira, enero /2011 a diciembre/2015

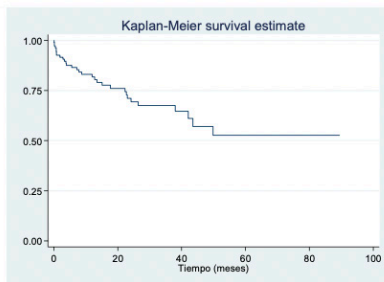
En hombres, la tasa de mortalidad cruda estimada fue de 57.6 y la ajustada fue de 62.2 y en mujeres la tasa de mortalidad cruda estimada fue de 38.0 y la ajustada fue de 38.1. El grupo de edad con mayor mortalidad fue el de 5 a 9 años: 13 defunciones. El año en el que se presentó mayor mortalidad fue el 2011: 10 defunciones y posteriormente se presentaron entre 4 y 7 defunciones anuales, lo que indica disminución en este indicador. La Tabla 6 presenta la frecuencia de muertes por grupo de edad y grupo diagnóstico y permite observar que el 51.6% ocurren por leucemia, seguidos de las neoplasias del SNC e intracraneales con el 16,1% y de linfomas

En síntesis, Tanto la incidencia como la mortalidad fue mayor en

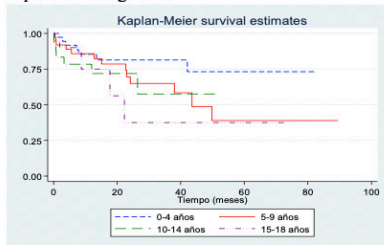
hombres que en mujeres. En hombres, las leucemias mostraron la más alta incidencia y fueron la primera causa de mortalidad. El grupo de edad con mayor número de casos de leucemia fue el de 0 a 4 años, pero el que aportó la mayor mortalidad fue el grupo de 5 a 9 años.

Análisis de Supervivencia

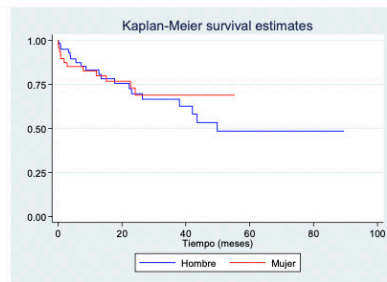
La proporción de supervivencia observada a cinco años por el método Kaplan-Meier fue del 51%. (IC95%. LC:0.3463 - 0.6624). La gráfica de curvas de supervivencia y la Tabla 7 muestran que la mayor proporción de supervivencia ocurrió en mujeres (67%), el grupo de edad que más sobrevive es el de 0 a 4 años (73%) y los hematopoyéticos (54%). Estos son los grupos de mayor incidencia.



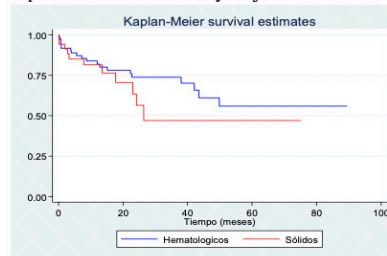
Supervivencia general



Supervivencia según grupos de edad



Supervivencia en hombres y mujeres



Supervivencia según clasificación del tumor

Gráfica. Pereira. Colombia. Curvas de supervivencia observadas en población de menores de 18 años con cáncer. 2011-2015 (Función de sobrevivida Kaplan-Meier)

Tabla 7. Pereira, Colombia. Supervivencia de casos en menores de 18 años con cáncer. 2011-2015

Característica	Supervivencia a 5 años	I.C. 95%
General	0.5165	0.3463 - 0.6626
Edad (años)		
00-04	0.7316	0.4810 - 0.8751
05-09	0.3792	0.1401 - 0.6197
10-14	0.5412	0.2235 - 0.7776
15-17	0.3750	0.0558 - 0.7165
Género		
Masculino	0.4740	0.2788 - 0.6464
Femenino	0.6721	0.4812 - 0.8059
Clasificación		
Hematopoyético	0.5461	0.3455 - 0.7086
Sólido	0.4786	0.2239 - 0.6957

Fuente: Pacientes de <18 de años con cáncer. Pereira, enero /2011 a diciembre/2015

DISCUSIÓN

Haciendo búsqueda activa de casos de cáncer en población menor de 18 años, se consolidó una base de datos de 108 registros verificados a través del cruce de información entre instituciones participantes, laboratorios, DANE y registros de la secretaría municipal de salud de Pereira, en el quinquenio 2011-2015. De estos casos, 98 correspondían a menores de 15 años, mostrando un incremento de 2 casos con respecto a la línea de base 2006-2010. (16). Este dato apoya los hallazgos de numerosos estudios que confirman incremento en la incidencia del cáncer infantil a nivel mundial (9).

Las características sociodemográficas: predominio de casos en grupos de menor edad, en género masculino, en estratos de vivienda bajos y en régimen subsidiado de salud, fueron consistentes con lo registrado en la literatura donde se describe el

mayor riesgo en las poblaciones de menores recursos económicos y peores condiciones generales de salud. (12)(17)(18) (14). Al igual que lo que ocurre en Colombia donde la razón hombre/mujer es de 1,3:1, en este estudio también se registraron más casos nuevos en hombres (60) que en mujeres (48), con una razón de 1,25:1 y diferente a lo que ocurre en el resto del país, donde el 56.5% pertenece a régimen contributivo, en Pereira, el 56.6% de los niños, niñas y adolescentes con cáncer pertenecen al régimen subsidiado. (19)

En el año 2017 la distribución de los casos de cáncer en menores de 18 años en Colombia mostró una mayor proporción en el grupo de 10-14 años (34.1%), seguido del grupo de 5-9 años (31.4%), luego el grupo de 15 a 17 años (22.6%) y por último el grupo de 0-4 años (11.6%).(18). Esta distribución difiere de forma notable con la distribución encontrada en la ciudad de Pereira en el período 2011-2015, donde las mayores proporciones se presentaron en los grupos de 0-4 años (34.3%) y de 5-9 años (34.3%), seguidos del grupo de 10-14 años (22.2%) y por último, el grupo de 15 a 17 años (9.3%). Esta última distribución se asemeja a la distribución mundial observada (9).

La línea de base de cáncer en menores de 15 años en Pereira 2006-2010(16) registró tasa de incidencia de 169.6 casos por millón y el cálculo para este grupo de edad en este estudio correspondió a 185.6 por millón de personas/año, lo que demuestra un incremento sustancial de la tasa de incidencia en esta población, favorecido por el grupo de las leucemias. Las leucemias pasaron de 47 casos en el quinquenio 2006-2010 a 63 casos, en el quinquenio 2011-2015, mientras que los linfomas bajaron de 12 a 9 casos y las neoplasias del SNC o intracraneales pasaron de 10 a 11 en los mismos períodos analizados. En ambos quinquenios, los grupos diagnósticos I-II-III fueron los de mayor frecuencia de casos y abarcaron el 79.9% (período 2006-2010) y 90.8% (período 2011-2015). Este dato es coherente con lo que se registra en la literatura; el registro poblacional de cáncer de Cali-Colombia -RPCC reportó

resultados similares en la distribución de los casos por grupos diagnósticos (20)(21) La pregunta que queda por responder en este sentido es ¿qué factores medioambientales pueden estar favoreciendo el incremento de las leucemias, linfomas y neoplasias del SNC e intracraneales?

En población menor de 18 años la tasa de incidencia estandarizada de cáncer en el mundo oscila entre los 50 y 200 casos por millón. la IARC, usando datos proporcionados por 153 registros de cáncer de alta calidad, registró una tasa de incidencia de 0 a 19 años de 155,8 por millón de personas/año (9). México en el año 2015 reportó 150.1 casos por millón para el año 2015 (22) y En Cali-Col se encontró una incidencia de año de 121 casos por millón de habitantes con edades comprendidas entre 0 y 15 años.(20) En este estudio, la tasa de incidencia estandarizada fue de 183.4 casos de cáncer por millón de personas/año, cifra que se encuentra por encima del registrado a nivel mundial.

El cáncer infantil es curable en alrededor del 75-80% en países desarrollados. sin embargo, en Colombia es la tercera causa de muerte en niños y niñas menores de 15 años (7). Este estudio encontró una tasa de mortalidad ajustada del 50.4 x 1000000; esto genera un gran reto para el Sistema de Salud considerando principalmente que la atención de poblaciones vulnerables como infancia y adolescencia es una de las dimensiones transversales del Plan Decenal de Salud Pública (23)

La supervivencia a cinco años, del 51% por cáncer en menores de 18 años en Pereira fue igual a la registrada en Cali para población menor de 15 años, Los niños tienen mejor supervivencia que las niñas, los niños y niñas con tumores sólidos presentan una mejor supervivencia en edades 0 a 4 años.(15) En la mayoría de los países de ingresos bajos y medios, la supervivencia fluctúa entre un 20%- hasta un 35-40%- panorama muy sombrío, considerando que alrededor del 90% de los niños con riesgo de desarrollar cáncer viven en estos países. En oposición, los niños con cáncer

que viven en países de altos ingresos tienden a tener una buena supervivencia, y alrededor del 80% sobreviven 5 años después del diagnóstico.(11) Las causas de las menores tasas de supervivencia en los países de ingresos medianos y bajos son la incapacidad de obtener un diagnóstico preciso, la inaccesibilidad de los tratamientos, el abandono del tratamiento, la muerte por toxicidad (efectos secundarios) y el exceso de recidivas, en parte debidas a la falta de acceso a medicamentos y tecnologías esenciales (10). Para una vigilancia epidemiológica costo-efectiva es necesario estimular la recodificación, sistematización y generación de nuevas y más precisas fuentes de datos, principalmente en lo que respecta al seguimiento de la ruta de atención.

Para reflexionar: vencer las barreras de acceso a la información de alta calidad derivadas de trámites para autorizaciones e insuficiencia en la calidad de los registros institucionales fue uno de los retos más importantes del estudio. En Colombia se reconoce la necesidad de disponer de información veraz y actualizada, se resalta la importancia de los registros de cáncer de base poblacional y de los estudios de caracterización epidemiológica pero no se dispone de una norma que sustente jurídicamente la posibilidad de acceder a las fuentes de información. (24) La posibilidad de realizar un trabajo como este depende del apoyo de los administrativos institucionales y de los acuerdos de voluntades a que haya lugar en el proceso; esto genera mayores dificultades para disponer de información útil para planeación y vigilancia epidemiológica.

El Sistema de Salud en Colombia, dada la apertura en la afiliación y el comportamiento del mercado en la contratación y en la prestación de servicios de salud se ha convertido en un serio desafío en la lucha contra la muerte que emprenden los niños, niñas y adolescentes con cáncer y sus familias. El tener que trasladarse de ciudad para acudir a una cita de control en la IPS con quien se tiene el convenio, o ser trasladado de institución para continuar un tratamiento, genera serios trastornos en la dinámica

familiar, mayor riesgo de abandono de tratamiento y, por ende, de mortalidad evitable y para efectos de este tipo de estudios, la alta movilidad de los casos constituye una de las dificultades más grandes para la obtención de la información.

CONCLUSIONES

Todos los estudios sobre cáncer infantil no comparten las mismas condiciones para la recolección de los datos en términos de definición de grupos poblacionales y períodos de tiempo analizados; se requiere fomentar el cumplimiento de criterios a nivel local y nacional para el registro individual de casos y generar estrategias para minimizar las limitaciones legales y normativas para acceso a los datos, pues estas dificultades explican en parte la escasa información disponible para la construcción y comparación de indicadores epidemiológicos.

El cáncer infantil muestra incremento lento pero progresivo en su incidencia a nivel mundial, nacional y local. En Pereira la incidencia ajustada de 183.4 x 1000000 se considera muy alta, cercana al mayor rango observado a nivel mundial.

En Pereira, en el período 2011-2015 el cáncer en menores de 18 años se presentó con mayor frecuencia en población masculina, en menores de 10 años, de estratos 1 y 2, área urbana, régimen subsidiado. Las neoplasias de tipo hematopoyético superan notablemente a los tumores sólidos. Las leucemias representan el 60.1% de todos los cánceres, tiene una incidencia mayor (72.6 x 100.000) en el grupo de 0-4 años; muestran la mayor proporción de mortalidad específica por causa (51.6%).

En Pereira en población menor de 18 años con cáncer, en el período 2011-2015 se presentó mayor mortalidad en hombres. Los diagnósticos con mayor mortalidad fueron las leucemias, seguidas de las neoplasias del SNC y de los linfomas. A menor edad

se observa mayor mortalidad. La supervivencia general a 5 años es similar a lo encontrado a nivel nacional, menor a la registrada en países desarrollados. Sobreviven más mujeres, niñas y niños de 0 a 4 años y con cánceres de origen hematopoyético. Dado que, por lo general, el cáncer en los niños no se puede prevenir, la estrategia más eficaz para reducir su carga consiste en centrarse en el diagnóstico precoz y correcto, seguido de una terapia completa y eficaz.

BIBLIOGRAFÍA

1. Corte Suprema de Justicia 2016; Sala de casación Penal N° 4 (23 de febrero de 2016) MP Gabriel E. Mendoza-M. Sentencia T-081-16 [Internet]. Bogotá- Colombia; Disponible en: <http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2016/t-081-16.htm>
2. Cáncer IN de. Cancer en Niños y adolescentes [Internet]. Cáncer en niños y adolescentes. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/tipos/infantil/hoja-informativa-ninos-adolescentes>
3. Wild C. International Childhood Cancer Day: Much remains to be done to fight childhood cancer International Childhood Cancer Day: Much remains to be done to fight childhood cancer. 2016;(February):1-2.
4. St. Jude Children's Research Hospital. Estudio concluye que más sobrevivientes de cáncer infantil probablemente se beneficien de la evaluación genética. 3 de abril [Internet]. 2017;262 Danny Thomas Place Memphis, TN 38105. Disponible en: <https://www.stjude.org/es/investigacion/noticias-sobre-investigaciones/estudio-concluye-que-mas-sobrevivientes-de-cancer-infantil-probablemente-se-beneficien-de-la-evaluacion-genetica.html>
5. Gholap, Devyani CP, Dikshit, Rajesh. Ecological Analysis to Study Association between Prevalence of Smokeless Tobacco Type and Head-and-Neck Cancer. Indian J Med Paediatr Oncol. 2018;

6. Organización Mundial de la Salud - OMS. Diagnóstico temprano del cáncer en la niñez [Internet]. D.C W, editor. 2014. 45 p. Disponible en: <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/34851/9789275318461-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. Wurttemberger OR. Información y cáncer infantil. *Colomb Med.* 2016;47(2):74-5.
8. Sommer G, Schindler M, Redmond S, Pfeiffer V, Konstantinoudis G, Ammann RA, et al. Temporal trends in incidence of childhood cancer in Switzerland, 1985–2014. *Cancer Epidemiol* [Internet]. 2019;61:157-64. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877782118307124?via%3Dihub>
9. Steliarova-Foucher E, Colombet M, Ries LAG, Moreno F, Dolya A, Bray F, et al. International incidence of childhood cancer, 2001–10: a population-based registry study. *Lancet Oncol.* 2017;18(6):719-31.
10. Force LM, Abdollahpour I, Advani SM, Agius D, Ahmadian E, Alahdab F, et al. The global burden of childhood and adolescent cancer in 2017: an analysis of the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet Oncol.* 2019;20(9):1211-25.
11. Gupta S, Howard SC, Hunger SP, Antillon FG, Metzger ML, Israels T, et al. Treating Childhood Cancer in Low- and Middle-Income Countries. *Dis Control Priorities, Third Ed (Volume 3) Cancer.* 2015;121-46.
12. Bhakta N, Force LM, Allemani C, Atun R, Bray F, Coleman MP, et al. Childhood cancer burden: a review of global estimates. *Lancet Oncol* [Internet]. 2019;20(1):e42-53. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045\(18\)30761-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045(18)30761-7)

13. Prieto C, Gonzalez I. Cáncer infantil en Latinoamérica : un análisis comparativo de la respuesta de los sistemas de salud Country profiles. 2017;(August 2019). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/335207717_Cancer_infantil_en_Latinoamerica_un_analisis_comparativo_de_la_respuesta_de_los_sistemas_de_salud_Perfiles_de_paises
14. Maestre-Mattos, C.E.; Ospina Martínez ML. Cáncer En Menores De 18 Años. Protoc en Vigil en salud publica. 2017;1:19.
15. Bravo LE, García LS, Collazos P, Carrascal E, Ramírez O, Collazos T, et al. Reliable information for cancer control in Cali, Colombia. Colomb Med. 2018;49(1):23-34.
16. Basto-Hernández, G.J.; Muñoz-Astudillo MN. Linea de base de cáncer infantil en Pereira Risaralda. Período 2006-2010. En: Memorias del IX Congreso de Investigación Areandina [Internet]. Bogotá- Colombia; 2019. p. 205-24. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1c6Fw8V8LCwBFNxH1p0FSDTLVhl6uf8Et/view>
17. Friestino JKO, Mendonça D, Oliveira P, Oliveira CM, Filho D de CM. Childhood cancer: Incidence and spatial patterns in the city of Campinas, Brazil, 1996-2005. Salud Colect. 2018;14(1):51-63.
18. Acuña L; Fuentes, JC; Ramirez, PX; Gil, AM; Castillo, J; Castillo A. Situación del cáncer en la población pediátrica atendida en el SGSSS de Colombia 2017. Cuenta alto costo [Internet]. 2018;1(1):112 p. Disponible en: https://cuentadealtocosto.org/site/images/Publicaciones/2018/Situacion_cancer_pediatico_Colombia_2017.pdf

19. Acuña-M, L; Ramírez, PX; Rodríguez-C AFC de E de AC. Situación del Cáncer en la Población pediátrica atendida en el SGSSS de Colombia 2016 [Internet]. Bogotá; 2016. Disponible en: https://cuentadealtocosto.org/site/images/Publicaciones/2018/Situacion_del_cancer_en_la_poblacion_pediatica_Colombia_2016.pdf
20. Tovar-C JR., Gómez-GA. Incidencia de cáncer infantil en una ciudad colombiana. *Ciencias la Salud*. 2016;14(3):315-29.
21. Jamison DT, Nugent R, Gelband H, Horton S, Jha P, Laxminarayan R. Cancer. DISEASE CONTROL PRIORITIES [Internet]. Disponible en: v/books/NBK343628/pdf/Bookshelf_NBK343628.pdf
22. Rivera-Luna R, Velasco-Hidalgo L, Zapata-Tarrés M, Cárdenas-Cardos R3 A-OM. Current outlook of childhood cancer epidemiology in a middle-income country under a public health insurance program. *Pediatr Hematol Oncol* [Internet]. 2017;34:43-50. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28287336>
23. Colombia- Ministerio de Salud. Plan Decenal de Salud Pública PDSP, 2012-2021 [Internet]. Vol. 1. Bogotá- Colombia; 2013. p. 452. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/plandecenal/Documents/dimensiones/Documento-completo-PDSP.pdf>
24. Ceballos J, Montalvo N, Gil FA, Vries E De, Wiesner C, Hernández G, et al. Importance of access of population-based cancer registries to vital statistics: barriers identified in Colombia. *Rev Colomb Cancerol* [Internet]. 2019;23(2):18-23. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/334770671_Importancia_del_acceso_de_los_registros_de_cancer_de_base_poblacional_a_las_estadisticas_vitales_barreras_identificadas_en_Colombia_Importance_of_access_of_population-based_cancer_registries_to_vital_

15

CAPÍTULO QUINCE

Desempeño académico, habilidades de la percepción visual y agudeza visual en niños de 6 a 10 años de edad en una institución educativa, estrato 1 y 2, en la ciudad Pereira primer semestre del año 2018

Academic performance, visual perception skills and visual acuity in children between 6 and 10 years old in an educational institution, strata 1 and 2, in Pereira on the first semester 2018

Lina María Jaramillo Trejos*
Fundación Universitaria del Área Andina
Ljaramillo12@areandina.edu.co

RESUMEN

Objetivo: Determinar la asociación del desempeño académico con las habilidades de la percepción y la agudeza visual en niños de 6 a 10 años de edad en una institución educativa de estratos 1 y 2 en la ciudad de Pereira durante el primer semestre del año 2018. **Materiales y Métodos:** Se analizaron 137 datos de niños y niñas en un rango de edad entre los 6 y los 10 años atendidos en el 2018, a quienes se les aplicó el test de agudeza

visual binocular y de percepción visual para luego compararlos con el desempeño académico ofrecidos por la coordinación de dicha institución. Resultados: Existe una directa relación entre el desempeño académico, la agudeza visual y percepción visual, lo cual sugiere implementar en la rutina de evaluación pediátrica test encaminados a detectar falencias en la relación ojo mano, y percepción espacial como componentes de la percepción visual las cuales favorecen la relación del individuo con el entorno.

Conclusiones: Tanto la Agudeza visual como el desarrollo de una función visomotora y percepción espacial, favorecen en el desempeño académico y al desarrollo de diferentes aspectos de la personalidad y el comportamiento. Las dificultades en el aprendizaje comprometen los elementos esenciales para una adecuada adaptación a la vida escolar y posteriormente en el desempeño profesional; cuando el aprendizaje en los niños se enfoca en un método efectivo para mejorar su función visual, tanto en agudeza visual como en la realización de tareas que fortalezcan la percepción espacial, coordinación motora y percepción de detalles finos, los niveles de rendimiento académico y motivacionales tienden a mejorar.

En este orden de ideas, es necesario establecer un escenario epidemiológico en términos de desarrollo visual, para poder ejecutar un buen manejo clínico orientado a acciones de promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de la discapacidad visual a través de diferentes profesionales de la salud que permitan una intervención integral del paciente, principalmente en etapa escolar.

Palabras Claves: Desempeño Académico, Percepción Visual, Agudeza Visual.

ABSTRACT

Objective: To determine the association of academic performance with perception skills and visual acuity in children between 6 and 10 years old in an educational institution, strata 1 and 2, in Pereira

on the first semester 2018. **Materials and Methods:** Binocular visual acuity, spatial perception, hand eye relationship were measured in 137 children between 6 and 10 years old and were analyzed with academic performance as a secondary data offered by the Educational Institution.

Results: There is a direct relationship between academic performance, visual acuity and visual perception, which suggests implementing test in the routine of pediatric evaluation aimed at detecting failures in the hand- eye relationship, and spatial perception as components of visual perception, which favor the relationship There is a direct relationship between academic performance, visual acuity and visual perception, which suggests implementing in the routine of pediatric evaluation tests aimed at detecting flaws in the hand eye relationship, and spatial perception as components of visual perception which encourage the relationship between the child and the environment.

Conclusions: Both, visual acuity, the development of a visomotor function and spatial perception, stimulate academic performance and different aspects of personality and behavior. Learning difficulties endanger the essential elements for an adequate adaptation to school life and subsequently in professional performance; when learning activities are focused on an effective method to improve their visual function, as in the realization of visual tasks that strengthen spatial perception, motor coordination and details perception; Academic and motivational performance levels tend to improve.

It is necessary to establish an epidemiological method in terms of visual development, to be able to execute a good clinical management oriented to promotion, prevention, diagnosis, treatment and rehabilitation actions of the visual disability through different health professionals that allow an integral intervention, mainly in school stage.

Keywords: Academic Performance, Visual Perception, Visual Acuity.

INTRODUCCIÓN

Existen numerosas investigaciones sobre el rendimiento escolar donde se concluye que son muchos factores que lo determinan, desde las condiciones individuales, el contexto socioeconómico y cultural en el que se desenvuelven (Boujon & Quaireau, 2004) además de otros determinantes como las condiciones de los programas académicos, metodologías utilizadas y los conceptos previos por lo tanto la nota que categoriza el rendimiento académico no refleja los múltiples factores que lo afectan (Garnica, 1997), sin embargo, basado en la importante influencia de la visión en el desempeño académico, se ha demostrado en múltiples estudios como el desempeño académico de los niños en etapa escolar se ve disminuido, sin que el padre y los profesores noten las deficiencias visuales, además, de demostrarse en otros estudios que la corrección de los defectos de refracción mejoran el rendimiento escolar y favorece el desarrollo cognitivo.

La relación de defectos de refracción y el impacto sobre la educación se ha demostrado en numerosas ocasiones, en 2014 en Perú se publicó sobre el efecto de la corrección de desórdenes de refracción ocular sobre el rendimiento escolar, tomaron como referencia estudios realizados en Europa acerca de la miopía y el impacto sobre la educación; en el 2015, en India se relacionaron defectos de refracción y logros académicos en la escuela primaria. Al mismo tiempo en Bolivia se estudiaba la influencia de la Agudeza Visual en relación con el rendimiento escolar en niños de 7 a 11 años, lo anterior muestra la constante la relación directa que existe entre los problemas de Visión, hablando propiamente de los defectos refractivos y el rendimiento escolar.

Años después, la medicina del deporte, involucra la percepción visual en el desarrollo motriz del escolar, Ruiz y colaboradores, de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Castilla de la Mancha en Toledo, determinaron que las características de niños con problemas evolutivos de coordinación motriz (PECM),

tiene relacionada la existencia de déficit perceptivos, para ellos, los escolares que presentan alteraciones de la percepción visual así como en las habilidades de integración viso-motora; también padecen de déficits de memoria visual a corto plazo, un mayor tiempo de reacción ante estímulos visuales, una atención visuo-espacial menos efectiva, problemas de integración sensorial y viso-motora, un funcionamiento débil de los mecanismos de feedback visual y un bajo nivel de las funciones perceptivas (percepción y discriminación de distancias, formas y relaciones espaciales) relacionadas con la visión. Del mismo modo, demuestran que existe una relación, entre las dificultades de coordinación los procesos sensoriales elementales y los factores motores que apoyan al sistema visual tales como la agudeza visual, acomodación, convergencia, etc.

En Bogotá, sin tener en cuenta la localidad ni el estrato socioeconómico se realizó un estudio con 21 niños con edades entre cuatro y siete años con Agudeza Visual de 20/40 o inferior, sin corrección óptica, estado motor normal y salud ocular normal, los hallazgos demostraron que no tienen relación directa con la corrección de la ametropía, ya que los resultados fueron bajos en el desempeño de los test sin corrección y con corrección. En la segunda fase de la investigación, después de haber sido corregidos con su refracción bajo ciclopléjia, solo 5 de los 21 niños mejoraron sus habilidades perceptuales visuales, y 3 de 21, su integración visomotora (Merchán, 2009). Por lo tanto, dentro de la muestra total, existe una alta prevalencia de disfunciones visoperceptuales y visomotoras que no mejoran notoriamente al poner su corrección óptica, sin embargo, la presencia de ametropías moderadas a temprana edad puede impactar en la capacidad de maduración y en el consecuente desarrollo de las habilidades perceptuales (Duckman, 2006). Estos resultados, en comparación con el presente estudio, guardan una relación importante, en primera instancia porque se demuestra que la agudeza visual no se relaciona con la presencia o no de disfunciones de este tipo, y segundo, porque existe una prevalencia alta de disfunciones

visomotoras y visoperceptuales.

Existe otro grupo de trastornos de tipo funcional y sensorial que pueden ocasionar bajo rendimiento académico, entre ellos alteraciones visomotoras y de percepción visual. Se considera que un niño para poder leer y tener capacidad para escribir, debe tener suficiente madurez en su red neurológica visual y haber cumplido su proceso plasticidad cerebral para que la percepción visual y coordinación ojo mano funcione de una forma adecuada y esperada para la edad. Entonces, para que pueda llevar a cabo la lectura, debe existir un buen funcionamiento de la percepción espacial, organización de configuraciones, visión de formas, orientación y expresión motora para la percepción de objetos en movimiento. Por lo tanto, se hace necesario realizar un estudio sobre el “Desempeño académico, habilidades de la percepción visual y agudeza visual en niños”, con el propósito de demostrar la relación que existe entre las habilidades perceptuales visuales y el aprendizaje y el campo que involucra el trabajo de los optómetras en Colombia, la educación y los programas de salud pública y desarrollo social, situación que puede ampliar los horizontes y perspectivas en lo relacionado con el aprendizaje y que se puedan plantear políticas públicas que lleven a disminuir el retroceso académico y deserción escolar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron los datos de 137 niños y niñas de 6 a 10 años de edad de una institución educativa, donde se tomó la agudeza visual binocular con las cartillas LogMar para Visión lejana y Visión próxima; en la evaluación de la Percepción Visual, se tomaron dos subtest del test de Frostig: Coordinación viso-motora, Posición en el espacio, a través de la presentación de unas figuras impresas y posterior interpretación tomando las instrucciones del test. El desempeño académico se midió basado en datos secundarios ofrecidos por la coordinación de dicho Colegio. Se hizo tabulación de datos en el Software Microsoft Office Excel y migrados al

programa STATA para su análisis estadístico.

En primera instancia se realiza el análisis exploratorio descriptivo con medidas de frecuencia y medidas de resumen numérico para describir todas las variables de interés del estudio, posteriormente, se desarrolla el análisis Bivariado, para conocer la relación de las variables de interés: a. Agudeza Visual Binocular Vs notas de Asignaturas: Correlación de Pearson; b. Agudeza Visual Binocular Vs Resultado Académico: Chi-cuadrado Sin Corrección; c. Agudeza Visual Binocular Vs Cada uno de los puntajes en la asignaturas: Análisis de Varianza; d. Relación Ojo Mano Vs Resultado Académico: Chi cuadrado; e. Relación Ojo Mano Vs Cada uno de los puntajes en la asignatura : Análisis de Varianza; f. Posición espacial Vs Resultado Académico: Chi Cuadrado; g. Posición Espacial Vs Puntajes en cada asignatura : Análisis de Varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

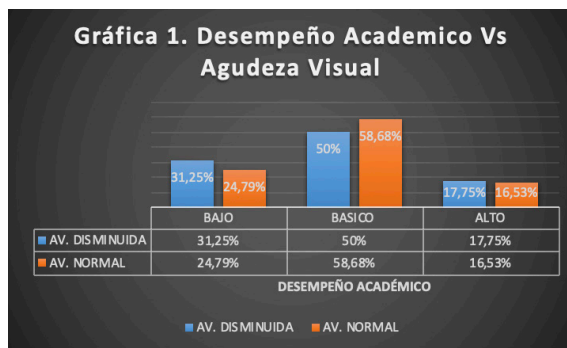
De los 137 niños evaluados, cuya edad promedio fue 7.11 ± 1.13 , (edad mínima 6 y edad máxima 10 años), con una distribución por sexo de 44% Femenino y el 56% masculino, se encontró que basados en la escala definida por la OMS, el niño con agudeza visual binocular en condiciones habituales se encuentra disminuida, es decir, cuyos rangos de agudeza visual medidos en escala de LogMar es menor de 0,5, es de 12%. El 88% restante cursa con una agudeza visual binocular normal contemplada entre -0,1 a 0,5 LogMar. Ninguno de los niños con disminución de la agudeza visual binocular se encuentran corregidos, sin embargo, algunos de los niños que cursaban con alteración de agudeza visual monocular, arrojaron datos normales, debido a la sumación binocular.

Al evaluar la percepción visual, en la subprueba relación ojo mano, el 53% (72 niños) tienen valores disminuidos para su edad, de los cuales 10 niños tienen una AV disminuida (7 mujeres y

3 hombres). Con base en la escala de Likert, el 25% (35 niños y niñas) tiene un desempeño Bajo (0.0 a 2.9); el 17% (23 niños y niñas) un desempeño Alto (4.0 a 5.0) y el 58% (79 niños y niñas) con un desempeño básico según la escala con promedio de calificación entre 3.0 a 2.9.

Para determinar la relación entre la Agudeza Visual binocular en escala LogMar y el Desempeño académico, se utilizó la prueba chicuadrado sin corrección. Pearson Chi2 (2): 0,4567 Pr: 0,796. Al realizar el análisis de la variable en escala cualitativa de agudeza visual y la clasificación del desempeño bajo un contraste por chi cuadrado no corregido, se observa que no hay una asociación significativa entre las frecuencias de clasificación, esto corroborable por valor p de la prueba de 0.796, sin embargo, es notable la diferencia de individuos con desempeño bajo en la categoría de agudeza visual disminuida (Grafica 1)

Gráfica 1. Desempeño Académico Vs Agudeza Visual
Fuente: elaboración Propia



De la población con relación ojo- mano disminuido el 31.94% tienen desempeño académico bajo y el 13.89% tienen desempeño académico alto. Para quienes tienen relación ojo mano promedio, el 18.46% tienen desempeño académico bajo y el 20% tienen desempeño académico alto. Aunque no se presenta una relación significativa entre desempeño académico y relación ojo mano (valor p = 0.173), se evidencia una diferencia importante en las

proporciones de individuos con desempeño bajo entre los grupos de relación ojo- mano disminuido y normal.

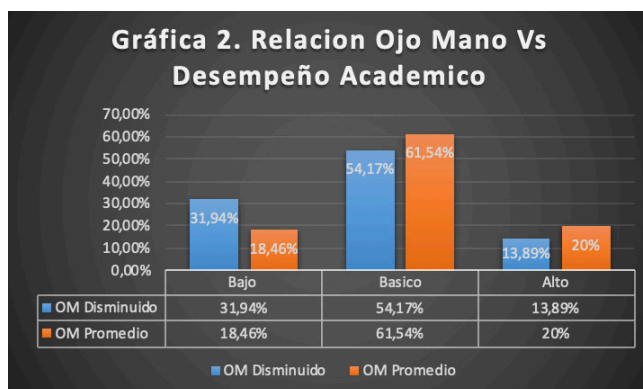
Del total de la población atendida el 53% evidencia una relación ojo – mano disminuida, en comparación con el test de percepción espacial, el test de relación ojo-mano, requiere un desarrollo motriz significativo, asociado a la Agudeza visual y percepción de profundidad adecuada. Por lo tanto, quienes padecían alteraciones visuales monoculares, se incluyen en este grupo, debido a que las anisometropías existentes, afectan directamente la percepción de profundidad.

El 25% de la población atendida, tiene un desempeño académico Bajo (Escala de Likert 0,0 A 2,9), el 75% restante tiene un desempeño académico básico y alto (Escala de Likert 3,0 a 4,0). La asignatura con mejor promedio, corresponde a Educación Física con un 3,7, seguida de Tecnología e informática con un 3,53. Dichos resultados pueden ofrecer varias conclusiones, dentro de las cuales se consideran: 1. La pedagogía utilizada en las asignaturas, facilita el proceso de aprendizaje. 2. El interés y la motivación del niño (a) como elementos claves para superar limitaciones Físicas (como Deficiencias visuales) y cognitivas, para obtener resultados positivos. 3. La oportunidad de aprovechar dicho interés del niño (a) para potenciar el proceso de aprendizaje (Bozhovich, 1976), haciendo uso de estrategias didácticas, a pesar de la condición viso – motora. 4. Las ventajas que ofrece el uso de tecnologías en el proceso de aprendizaje.

Al cruzar las variables relación ojo - mano y desempeño académicos, no se presenta una relación significativa entre estos dos criterios de clasificación (valor $p = 0.173$), sin embargo, aparece una diferencia importante en las proporciones de individuos con desempeño bajo entre los grupos de relaciona mano-ojo disminuido y normal. Donde, el 31.94% de pacientes tienen desempeño académico bajo y la relación ojo - mano disminuido. Y solo el 13.89% de la población con Desempeño académico Alto

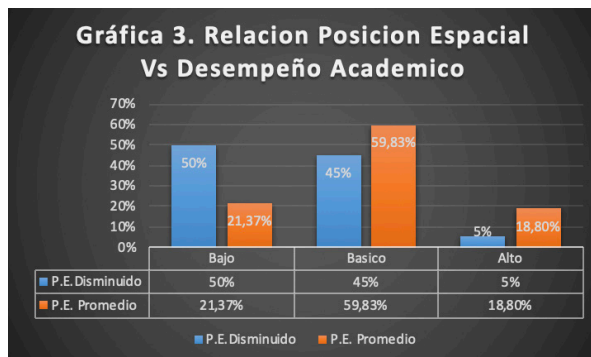
tienen relación ojo - mano disminuido. Aunque estadísticamente es débil la relación, se puede constatar (Gráfica 2)

Gráfica 2. Relación Ojo Mano vs Desempeño Académico
Fuente: Elaboración Propia



En el análisis estadístico de los resultados entre la Posición Espacial y el Desempeño Académico, se presenta una relación significativa entre estos dos criterios de clasificación (valor $p = 0.018$). Como se observa, el 50% de los individuos con posición espacial disminuida tiene un desempeño bajo, mientras que el 78,6% de la población con Desempeño Académico Básico y Alto tienen una Relación Espacial Promedio, en contraste con el 5% de la población con desempeño académico alto y Percepción espacial disminuido (Gráfica 3).

Gráfica 3: Relación Posición Espacial Vs Desempeño Académico
Fuente: Elaboración Propia



Los datos definidos en la graficas de cruce de variables, evidencia el necesario desarrollo no solo de la agudeza visual en términos de cantidad, sino también, habilidades de Percepción visual que favorezcan el desempeño del individuo en el entorno y de habilidades para la lectura y escritura.

CONCLUSIONES

El optómetra en Colombia tiene el deber de explorar el campo en materia de educación que amplíe los horizontes y perspectivas que permita relacionar el ejercicio de atención en salud visual y la educación para formular políticas públicas que lleven a disminuir el retroceso académico y deserción escolar, a través de la atención satisfactoria a quienes presentan dificultades de aprendizaje mejorando sus habilidades de percepción visual. Cuando se identifican alteración de la percepción visual y agudeza visual se puede incidir sobre los indicadores de permanencia en el sistema educativo, afianzar y reforzar el aprendizaje en los niños, lo cual impacta directamente en el mejoramiento de las condiciones de vida en atención a cumplir con uno de los “Objetivos de Desarrollo del Milenio” planteados por las Naciones Unidas.

Existe relación entre el desempeño académico, la agudeza visual y

la percepción visual, lo cual sugiere la importancia de realizar más estudios donde se relacionen dichas variables, con el propósito de evaluar el adecuado desarrollo de la visión, lo cual permite que el niño tenga una percepción armoniosa de los objetos y del espacio, y a su vez, desarrollo de todo un sistema sensorial. Tanto la Agudeza visual como el desarrollo de una función visomotora y percepción espacial, favorecen en el desempeño académico y al desarrollo de diferentes aspectos de la personalidad y el comportamiento. Las dificultades en el aprendizaje comprometen los elementos esenciales para una adecuada adaptación a la vida escolar y posteriormente en el desempeño profesional; cuando el aprendizaje en los niños se enfoca en un método efectivo para mejorar su función visual, tanto en agudeza visual como en la realización de tareas que fortalezcan la percepción espacial, coordinación motora y percepción de detalles finos, los niveles de rendimiento académico y motivacionales tienden a mejorar.

Es necesario establecer un escenario epidemiológico en términos de desarrollo visual y percepción visual, para poder ejecutar un buen manejo clínico orientado a acciones de promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de la discapacidad visual a través de diferentes profesionales de la salud (interdisciplinaria) que permitan una intervención integral del paciente, principalmente en etapa escolar.

BIBLIOGRAFÍA

Absialimov, G. (1997). Fundamentos Generales de la Teoría y metodología de la Educación. Habana: Traducción.

Adams, A. J., & Lovie-Kitchin, I. (2004). Leader in low vision and father of the LogMAR System. *Clinical and Experimental Optometry*, 37-41.

Alcaldía de Pereira. (2015). Diagnóstico socioeconómico Comuna Villa Santana. Pereira: Alcaldía de Pereira .

Boujon, C., & Quaireau, C. (2004). *Atencion, aprendizaje y rendimiento escolar*. Madrid: Narcea ediciones.

Bozhovich, L. I. (1976). *La personalidad y su formacion en la edad infantil*. Habana: Pueblo y Educacion.

Cajiao, F. (2005). *Enseñanza, aprendizaje y desercion escolar*. *Economia Colombiana*, 10.

Cascon, I. V. (2000). *Analisis de las calificaciones escolares como criterio de rendimiento academico*. Campus Usal.

DANE. (2015). *proyecciones Secretará de Planeacion*. Pereira: Colombia.

Daphne, R. (2010). *Saccadic eye movement tasks asses central nervous system dysfunction and cognitive improvements in children with fetal alcohol spectrum disorders*. *Queen's Universiity* , 10.

Del Pozo Moreno, E. E., Lopez Mora, V. C., & Garces, M. A. (2015). *Influencia de la agudeza visual en relacion con el rendimiento escolar en niños de 7 a 11 años de la escuela instituto tecnico superior consejo provincial de pichincha durante el periodo Junio - Noviembre del 2015*. Quito: Tesis .

Duckman, R. H. (2006). *Visual Developmento, Diagnosis, and treatment of the pediatric Patient*. Philadelphia: lippincott Williams & Wilkins.

Espindola, E., & Leon, A. (2002). *La desercion escolar en America Latina: Un tema prioritario para la agenda regional*. *Revista Iberoamericana de Educacion*, 10.

Flax, N. (2006). *The relationship between vision and learning: General issues*. *Optometric Management of learning related vision problems*. Philadelphia: Mosby Elsevier.

Garnica, E. (1997). El rendimiento estudiantil: una metodología para su evaluación. *Economía*, 7-25.

Harvey, W., & Gilmartin, B. (2004). *Paedriatic optometry. Development of vision*. Heinemann: Butterworth.

Henao, J., & Camacho, M. (2010). Prevalencia de disfunciones visomotoras y visoperceptuales en niños entre 5 y nueve años de colegios de las localidades de Fontibon, Puente de Aranda y Usaquen. *Ciencia & tecnología para la Salud Visual y ocular*, 10.

Hof-Van, D., & Van, J. (1986). The development of visual acuity in normal fullterm and preterm infants. *Vision REsearch*, 909-916.

Irigoyen, J. J., Acuña, K. F., & Jimenez, M. Y. (2011). Evaluación del desempeño académico. Guadalajara: Universidad de Sonora.

Kaztman, R., & Filgueira, F. (2001). Panorama de la infancia en Uruguay. *Instituto de Promoción de la Economía Social*, 10.

Lazaro, M. d., Garcia, J. A., & Perales, F. J. (2013). Anomalías de la visión y rendimiento escolar en Educación Primaria. Un estudio piloto en la población granadina. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 101 - 119.

Medrano Muñoz, S. M. (2011). Influencia del sistema visual en el aprendizaje del proceso de lectura. *Ciencia & tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 91 -103.

Molina Montoya, N. P., & Figueroa Olarte, L. F. (2001). Valores normales de agudeza visual en niños. *Revista la Salle*, 127.

OMS. (2014). *Clasificación de la Discapacidad Visual*.

Palomo Lopez, P., & Redondo Mena, C. (2012). Legislación vigente y ética en investigación clínica. *Law and Ethics in clinical Research*, 1-13.

Pardo, & Sorzano. (2004). Determinantes de la asistencia y de la desercion escolar primaria y secundaria. Investigaciones sobre desarrollo social en Colombia, 10.

Perassi, Z. (2009). ¿Es la evaluacion causa del fracaso escuelas? Revista Iberoamericana de educacion, 10.

Rodriguez, L., & De Lombarde, I. (1998). Zonas de Frontera en Colombia: Nuevo instrumento para el desarrollo regional a traves de la cooperacion internacional. Papel politico Javeriana, 10.

Rosenfield, M., & Logan, N. (2009). optometry: Science, Techniques and clinical managment. New York: Elsevier.

Ruiz Enriquez, I., & Rivero Coin, M. (2002). La vision. Aspectos basicos, anatomia funcional . Malaga, España: Malaga.

Ruiz Enriquez, i., & rivero coin, m. (2002). La vision. Aspectos basicos anatomia funcional . Malaga: Malaga.

Ruiz, L. M., Mata, E., & Jimenez, F. (2005). Percepcion Visual y problemas evolutivos de coordinacion motriz en la edad escolar. Medicina del Deporte, 213-224.

Scheiman , M. M., & Rouse, M. W. (2005). Optometric Managment of learning - Related Vision Problems. USA: Mosby.

Scheiman, M. (2011). Understandig and Managing Vision deficits. Ed 3. Thorofare. USA: Slack Incorporated.

Schwartz, S. H. (2004). Visual Perception a clinical orientation. USA: Mc Graw Hill.

Tapia, X., & Hernandez, S. (Agosto de 2013). Factores que influyen en el bajo rendimiento academico de los estudiantes de la escuela de Sucre de la ciudad de Tulcán en el periodo Marzo - Agosto 2013. Ecuador: Universidad Politecnica Estatal del Carchi.

UNESCO. (2010). Factores asociados al logro cognitivo de los estudiantes de America Latina y el Caribe. UNESCO, 10.

16

CAPÍTULO DIECISÉIS

Evaluación de diferentes metodologías para la transformación genética del semen de la especie brycon henni con el gen de la proteína verde fluorescente gfp.

EValuation of different methodologies for the genetic transformation of the semen of the specie brycon henni with the fluorescent green protein gfp gene.

Luz Elena Muñoz Arroyave
Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal UNISARC
biologia@unisarc.edu.co

RESUMEN

En el presente estudio se llevó a cabo la evaluación de diferentes metodologías para la internalización de un gen reportero (proteína fluorescente verde GFP) en el semen de la sabaleta Brycon henni, pez endémico de Colombia. El esperma de muchas especies animales han sido objeto de estudio como vehículo importante para la transferencia de genes por el método conocido

como “transgénesis mediada por espermatozoides” (TME); en este sentido las células espermáticas de cada especie ofrecen características biológicas particulares que influyen directamente en los procesos de transferencia. El propósito del estudio fue evaluar las diferencias entre algunos métodos de transformación para la obtención de semen transfectado viable que pueda ser utilizado para la técnica (TME). Fueron usados diferentes tratamientos para la internalización del plásmido conteniendo el gen reportero, tales como: Deshidratación-Rehidratación (DR), Deshidratación-Rehidratación-Electroporación(DRE), Electroporación (E), Incubación con plasma seminal(IP), Incubación en ausencia de plasma seminal(IAP), Lipofección(Lipo). Fueron evaluadas igualmente variables de respuesta como la motilidad espermática, tiempo de activación (TAD), morfología de las células, fluorescencia y PCR. Los resultados obtenidos permitieron clasificar los tratamientos realizados de acuerdo con la eficiencia en la internalización del ADN exógeno así como en la viabilidad posterior de las células de tal manera que se evidenció que los tratamientos DR, DRE y LIPO reportaron mejores condiciones de respuesta siendo DRE el que reportó mejor condición de fluorescencia y LIPO mejores características de viabilidad post-tratamiento. Los tratamientos IP, IAP y E exhibieron menores condiciones de respuesta, siendo E el método que menores condiciones técnicas como de viabilidad manifestó. Finalmente, este estudio representa el primer reporte de manipulación genética del espermatozoide de un pez nativo colombiano con miras a ser utilizado para la obtención de ejemplares modificados genéticamente mediante la tecnología TME.

Palabras Claves:

Brycon henni, transformación genética, electroporación, diferencial osmótico, lipofección.

ABSTRACT

In the present study, we performed the genetic transformation of the semen of the *Brycon henni* endemic fish from Colombia, with the gene for the green fluorescent GFP protein. The sperm of many animal species has been studied as an important vehicle for gene transfer by the method known as SMGT (sperm-mediated transgenesis); in this sense, the sperm cells of each species offer particular biological characteristics that directly influence the transfer processes. The purpose of the study was to evaluate the differences between some transformation methods for obtaining viable transfected semen that could be used for the SMGT technique. Different treatments were used for the internalization of the plasmid pAcGFP1-N1 containing the reporter gene such as: Dehydration-Rehydration (DR), Dehydration-Rehydration-Electroporation (DRE), Electroporation (E), Incubation with Seminal Plasma Absence of seminal plasma (IAP), Lipofection (Lipo). Response variables such as sperm motility, activation time (TAD), cell morphology, fluorescence and PCR were also evaluated. The results obtained allowed to classify the treatments performed according to the efficiency in the internalization of the exogenous DNA as well as in the subsequent viability of the cells in such a way that it was evidenced that the treatments DR, DRE and LIPO reported better response conditions being DRE the which reported better fluorescence condition and improved LIPO characteristics of post-treatment viability. The IP, IAP and E treatments showed lower response conditions, E being the method that showed lower technical and feasibility conditions. Finally, this study represents the first report of genetic manipulation of the sperm of a native Colombian fish with a view to being used to obtain genetically modified specimens using SMGT technology.

Keywords:

Brycon henni, genetic transformation, electroporation, osmotic differential, lipofection.

INTRODUCCIÓN

La pesca y la acuicultura siguen siendo importantes fuentes de alimentación, nutrición, ingresos y medios de vida para cientos de millones de personas en todo el mundo. La oferta mundial per cápita de pescado alcanzó un nuevo máximo histórico de 20 kg en 2014, gracias a un intenso crecimiento de la acuicultura, que en la actualidad proporciona la mitad de todo el pescado destinado al consumo humano, y a una ligera mejora de la situación de determinadas poblaciones de peces como consecuencia de una mejor ordenación pesquera. Además, el pescado sigue siendo uno de los productos alimenticios más comercializados en el mundo y más de la mitad del valor de las exportaciones pesqueras procede de países en desarrollo (FAO, 2016).

La acuicultura en Colombia ha tenido un importante dinamismo en los últimos años y ha crecido de manera similar a la producción mundial. Según cálculos del Observatorio Agrocadenas, que al mismo tiempo se remite a datos de la FAO, en los últimos 20 años la producción mundial de especies como la tilapia, la trucha o la cachama ha crecido en un 12%, 6% y 29%, respectivamente (Cantabria-COIBA, 2014).

El país cuenta con un importante potencial para el desarrollo de la acuicultura que se sustenta en una gran riqueza hídrica tanto continental como marina, un clima adecuado para el cultivo de especies tanto tropicales como subtropicales y una amplia gama de organismos acuáticos con aptitud para la domesticación. Aun cuando la actividad acuícola ha crecido en forma acelerada en las últimas décadas, el desarrollo y consolidación del sector ha sido lento en relación a su potencial y comparado con otros sectores agropecuarios. Su participación en la generación de riqueza es muy baja y el aporte a la satisfacción de las necesidades alimentarias de los consumidores colombianos en general y de los pobladores rurales y urbanos más pobres, en particular, no es muy significativo (AUNAP-FAO, 2014).

Las estadísticas de la FAO para el año 2000 indicaban que la producción de alimentos provenientes del medio acuático era cercana a 137 millones de toneladas, de las cuales casi el 31%

provenían de actividades de cultivo. La FAO también proyectó que, para satisfacer las necesidades de la población humana del 2025, la producción total debería aumentar a 165 millones de toneladas métricas. Este aumento significativo no puede provenir de las capturas de especies silvestres sin causar serios daños a los ecosistemas marinos, lagos y ríos. En consecuencia, el aumento en la producción de alimentos de origen acuático debe necesariamente provenir de un aumento en la eficiencia en la producción de estas especies cultivadas. Para satisfacer las necesidades futuras, es necesario expandir la capacidad productiva a un amplio rango de recursos acuáticos incluyendo algas, peces, moluscos y crustáceos. Esto sólo se puede lograr a través de profundos esfuerzos de investigación en acuicultura en el ámbito mundial, basados en un sólido conocimiento de la biología reproductiva, del crecimiento y de la genética de las especies cultivadas (Acuña, 2006).

En las últimas décadas, los avances en la biotecnología han proporcionado las herramientas necesarias para la manipulación artificial de genes y cromosomas en organismos vivos. La creación de pescados y mariscos transgénicos es un tema de gran interés en la investigación en acuicultura debido que de ésta forma se podrían lograr mejoras potenciales en la producción (Dunham, 2011; Zbikowska, 2003).

Las principales áreas de investigación en peces transgénicos incluyen: el uso de hormonas de crecimiento (SGA) para aumentar la masa corporal y la eficiencia de conversión alimenticia, el uso de proteínas anticongelantes (AFP) para aumentar la tolerancia a frío y resistencia a la congelación, el uso de péptidos antimicrobianos para conferir resistencia a enfermedades, el uso de genes metabólicos para promover dietas de bajo costo y el uso de métodos genéticos para inducir esterilidad. La aplicación de la biotecnología en la acuicultura tiene el potencial de aliviar la prevista escasez y el aumento de los precios del pescado mediante mejoras en la producción, reducción de costos y disminución del impacto de las enfermedades. Sin embargo, la incorporación

de los organismos transgénicos en la cadena alimentaria ha sido recibida con precaución por parte de los sectores ambientales y de la salud humana (Rasmussen & Morrissey, 2007).

Una de las principales causas de preocupación del uso de OGM en la acuicultura, es el escape de organismos cultivados de las granjas piscícolas al medio natural y su posterior interacción con las poblaciones nativas, alterando posiblemente las propiedades de los ecosistemas naturales (Maclean & Laight, 2000; Rasmussen & Morrissey, 2007). Incluso cuando los peces se encuentran en ambientes confinados, hay una probabilidad de que algunos se escapen. Por lo tanto, la obtención de organismos transgénicos estériles reduciría la desconfianza sobre el uso de esta tecnología (FAO, 2000).

Sin embargo, según la Organización para la Agricultura y la Alimentación

de las Naciones Unidas (FAO), los riesgos asociados con el uso de la biotecnología en la acuicultura son “claramente delimitados y de menor importancia” (FAO, 2000). A diferencia de los transgénicos vegetales, que involucran la introducción de genes que codifican para antibióticos genéricos, posibles compuestos alergénicos y resistencia a plagas y herbicidas, muchos de los transgénicos evaluados para su uso en acuicultura son construcciones genéticas que contienen hormonas del crecimiento derivadas de las mismas especies de peces (FAO, 2000).

Bajo este contexto y entendiendo que la producción acuícola requiere de mayores avances investigativos en torno a las especies nativas, además de la incursión en el desarrollo de tecnologías que puedan viabilizar su potencial productivo, se definió en el presente estudio una estrategia basada en la utilización de los espermatozoides de la sabaleta *Brycon henni* con fines de transferencia genética. La sabaleta es un charácido endémico de Colombia y es catalogada como una especie promisoría para la cría en cautiverio y para el repoblamiento (Montoya-López,

Carrillo, & Olivera-Ángel, 2006). A pesar de que la especie tiene buena aceptación, no alcanza los rendimientos productivos obtenidos por otras especies como la tilapia y la trucha. Durante los últimos años, los espermatozoides han sido estudiados como vectores para la transferencia de genes y se han utilizado en el desarrollo de diversas tecnologías para la obtención de animales transgénicos (Brackett, Baranska, Sawicki, & Koprowski, 1971; Coward, Kubota, & Parrington, 2007; Felmer, 2004; Harel-Markowitz et al., 2009; Lavitrano et al., 2002; Shen et al., 2006). Los espermatozoides de casi cualquier especie pueden incorporar ADN exógeno o moléculas de ARN en sus núcleos celulares (Sciamanna et al., 2000; Wall, 2002), razón por la cual han sido utilizados como vectores para la transferencia de genes hacia células sexuales femeninas.

Los animales acuáticos producen gran cantidad de células espermáticas, siendo una ventaja para su uso en procesos de transgénesis en peces. No obstante, la biología reproductiva de los peces es particular para cada especie, por lo que el desarrollo de un protocolo de transgénesis mediada por espermatozoides, requiere que sea específico de cada una (T. Collares et al., 2010).

En el presente estudio se evaluaron cinco metodologías para la transferencia del gen de la proteína fluorescente verde (GFP) en células espermáticas de sabaleta *Brycon henni*. Los resultados de este trabajo representan una primera fase para su utilización en procesos de transformación genética mediada por espermatozoides (TME) con el objeto de obtener organismos genéticamente modificados de la especie en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Preparación del vector de transformación:

Para la transformación genética se utilizó el plásmido pAcGFP1-N1 (fue adquirido de la compañía CLONTECH (Mountain View, CA, USA). Tiene una longitud total de 4,7 kb y contiene el gen

de la proteína fluorescente verde (GFP) de *Aequorea coerulescens* que está bajo el control del promotor de Citomegalovirus (CMV). El plasmido fue amplificado en células de *E. coli*, posteriormente purificado y linealizado.

2. **Colección y manipulación de gametos:**

El estudio se realizó con peces de la especie *Brycon henni*. Se capturaron animales jóvenes del medio natural y se trasladaron a la estación piscícola de la Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal (UNISARC) donde se realizaron los procedimientos de extracción de semen para la obtención de espermatozoides viables para los diferentes tratamientos.

3. **Aplicación de los tratamientos:**

Con el fin de identificar metodologías útiles para la introducción de material exógeno en células espermáticas de la especie *Brycon henni*, las células fueron sometidas a 6 tratamientos basados en los principios de diferencial osmótico, electroporación, lipofección e incubación con y sin plasma seminal. La aplicación de los tratamientos se hizo por triplicado.

4. **Evaluación de los tratamientos:**

Antes y después de la aplicación de los tratamientos se evaluaron las características del semen mediante análisis de motilidad, tiempo de activación y morfología celular. Posteriormente se determinó la efectividad de los tratamientos mediante análisis de expresión de la GFP por microscopía de fluorescencia y se realizó extracción y cuantificación de ADN para análisis por PCR de determinar la presencia del gen. Finalmente se verificó el proceso por secuenciación.

5. **Análisis Estadísticos:**

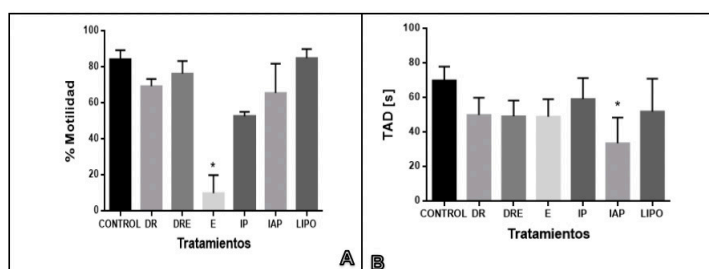
Los análisis estadísticos se realizaron en los programas estadísticos GraphPad Prism® (GraphPad, La Jolla, California, Estados Unidos) e Infostat (Universidad Nacional de Córdoba) versión estudiantil. Se tomaron como significativos valores de $p < 0.05$. Luego de realizar pruebas de normalidad y evaluar la homocedasticidad

de los datos, se decidió utilizar pruebas no paramétricas para determinar si existen diferencias significativas entre los valores de los parámetros para los distintos tratamientos evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Los resultados del análisis de calidad espermática en términos de motilidad y tiempo de activación, después de la aplicación de los tratamientos se resumen en la figura 1.

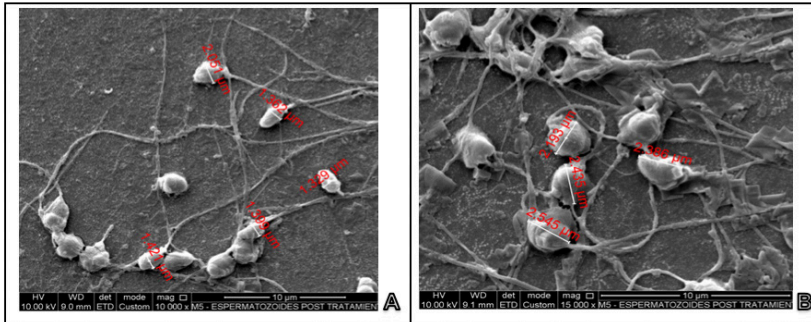
Figura 1. Parámetros de calidad espermática medidos para los distintos tratamientos



(A) Porcentaje de motilidad y (B) tiempo de activación, evaluados posterior a la aplicación de los tratamientos de introducción de ADN exógeno en células espermáticas de sabaleta. Siendo, DR: Deshidratación-rehidratación, DRE: Deshidratación-rehidratación-electroporación, E: electroporación, IP: Incubación con plasma seminal, IAP: Incubación en ausencia de plasma seminal, LIPO: lipofección

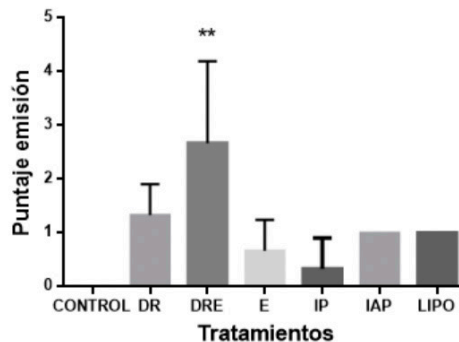
2. En cuanto a la morfología de las células después de los tratamientos se pudieron visualizar algunos cambios externos de las células espermáticas de *Brycon henni*, relacionados con un aumento en el diámetro y la presencia de algunas malformaciones a manera de protuberancias sobre la superficie celular (figura 6-9 D, E). Estas alteraciones fueron observadas en un 50% de las muestras analizadas durante el desarrollo del experimento.

Figura 2. Micrografía electrónica de barrido espermatozoides post-tratamientos



Muestra de semen luego de ser sometido a los tratamientos y visualizada en microscopio electrónico de barrido modelo QUANTA 250 de FEI. Voltaje de aceleración: 10 kV, magnificación: 10000-20000X, resolución: 5-10 µm. Siendo: muestra sometida (A) DR, (B) DRE,

3. Con relación a la expresión de la GFP se encontró lo siguiente:
Figura 3. Resultados de la emisión de fluorescencia para los diferentes tratamientos de transformación genética.



La grafica muestra los valores correspondientes a los puntajes de emisión de fluorescencia asignados a cada tratamiento de acuerdo con lo reportado en la tabla 5-3. Los resultados muestran los valores obtenidos para cada tratamiento donde DR (Deshidratación-rehidratación), DRE (Deshidratación-rehidratación-electroporación), E (Electroporación), IP (Incubación con plasma seminal), IAP (Incubación en ausencia de plasma seminal) y LIPO (Lipofección) se evidencian diferencias significativas del tratamiento DRE con relación al control

Luego de verificar que los datos no corresponden a una distribución normal, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis con una prueba post hoc de Dunn para establecer si existían diferencias significativas ($p < 0.05$) con relación al control, los análisis muestran, que existen diferencias significativas entre los tratamientos, tal y como se evidencia en la figura 3

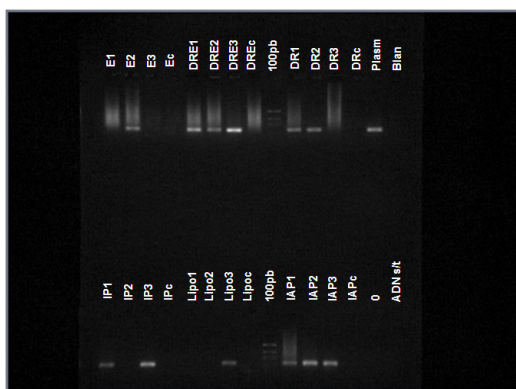
Los resultados muestran que los tratamientos en los que se aplicó un diferencial osmótico DR y DRE exhibieron mayores puntos de emisión con relación a los demás tratamientos . Se observa un incremento en la expresión cuando se incorpora la electroporación al proceso de rehidratación, pero la aplicación de esta metodología sola, resulta en una disminución en el nivel de expresión. Según Collares y cols. esto puede deberse a que el diferencial osmótico seguido de la electroporación promueven la reorganización de la membrana plasmática favoreciendo la electro permeabilización de la misma (T. Collares, et al., 2010), proceso que propicia la formación temporal de poros de acuerdo con las condiciones del campo eléctrico (García Sánchez, Gomez Foix, Rosell Ferrer, & Bragós Bardia, 2014).

Los resultados obtenidos corroboran el hecho de que los espermatozoides de todas las especies tienen una capacidad espontánea de asimilar, internalizar y administrar ADN exógeno lo cual les confiere un potencial intrínsecamente mutagénico (Spadafora, 2007) convirtiendo estas células en vehículos

eficientes en el proceso de obtención de organismos genéticamente modificados como técnica alternativa y de menor laboriosidad que la micro inyección.

4. Los análisis por PCR y la secuenciación permitieron confirmar la presencia del vector utilizado en las células espermáticas de la especie.

Figura 4 Electroforesis de los productos de PCR correspondientes a los diferentes tratamientos utilizados durante el experimento



Amplificación por la técnica de PCR de un fragmento de 500 pb correspondiente al gen de la proteína verde fluorescente (GFP) en espermatozoides transfectados de la especie *Brycon henni*. Los tratamientos corresponden a: Carriles E1,E2,E3 y Ec (electroporación tres replicas y control), DRE1,2,3 y C (tratamiento DRE con tres repeticiones y control), El marcador de peso molecular corresponde a 100 bp DNA Ladder Gene Ruler™ Thermo Scientific, DR1,2,3 y c (Tratamiento DR tres repeticiones y control) Plasm (control positivo de plásmido) Blan (control negativo), IP123 y c (tratamiento IP tres replicas y control), Lipo 1,2,3 y c (tratamiento LIPO tres replicas y control) IAP1,2,3 y c (tratamiento IAP tres replicas y control), 0 carril sin muestra , ADNst (ADN sin tratamiento).

Los resultados de los alineamientos para cada una de las secuencias correspondientes a los diferentes tratamientos arrojaron un porcentaje de identidad del 92% y 93% con el vector de clonación pEGFP-N1 reportado en el NCBI con un número de acceso U55762.1 y un 99% de identidad con el vector pT7XbG2-AcGFP1 con número de acceso AB255038.1 de acuerdo con la tabla 6-2. Los anteriores resultados demuestran que el vector utilizado para los diferentes tratamientos fue encontrado en el ADN extraído de las células espermáticas.

CONCLUSIONES

La sabaleta *Brycon henni*, responde satisfactoriamente a procesos de inducción hormonal con extracto de hipófisis de carpa *Cyprinus carpio* previo diagnóstico de madurez sexual, facilitando la obtención y manipulación de semen viable.

Los espermatozoides de la sabaleta *Brycon henni* son receptivos a la introducción de material genético exógeno lo que los posibilitaría como vectores para la generación de peces modificados genéticamente.

La técnica Deshidratación-rehidratación-electroporación DRE constituye una metodología específica recomendable para la internalización de ADN exógeno en los espermatozoides de *Brycon henni* porque con ella se obtuvo el mayor número de focos de fluorescencia y se logró la amplificación del gen de la proteína verde fluorescente en todas las réplicas.

Los parámetros morfo métricos de los espermatozoides de la especie *Brycon henni* se encuentran dentro de lo reportado para peces con fertilización externa y sus características de viabilidad referida en términos de motilidad y tiempo de activación se ven afectadas bajo los efectos de tratamientos como la electroporación y la incubación en ausencia de plasma respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

Acuña, C. (2006). *Biotecnología Aplicada a la Acuicultura* (pp. 6): ARGENBIO Consorcio Argentino para la información y Desarrollo de la Biotecnología.

ambiente, M. d. m. (2018). Resolución 1348 de 2014. 6. doi: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=782:plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-57#normatividad>

Ball, B. A., Sabeur, K., & Allen, W. R. (2008). Liposome-mediated uptake of exogenous DNA by equine spermatozoa and applications in sperm-mediated gene transfer. *Equine Vet J*, 40(1), 76-82. doi: 10.2746/042516407x235786

Beaumont, A., & Hoare, K. (2008). *Biotechnology and Genetics in Fisheries and Aquaculture*: Wiley.

Betancur, J. L., Carlos Mario Rivera, C.N., Echeverri, V., Trujillo, H.T., Taborda, C.G. (2010). Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la trucha arcoíris en el departamento de Antioquia. *Aso acuícola y Min Agricultura*.

Brackett, B. G., Baranska, W., Sawicki, W., & Koprowski, H. (1971). Uptake of heterologous genome by mammalian spermatozoa and its transfer to ova through fertilization. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 68(2), 353-357.

Callard GV, C. I. (2003.). *Spermatogenesis in nonmammals*. *Encyclopedia of reproduction IV* (ed. by Knobil, E. and Neill, J.D.) (pp. 563-570.): Academic Press. New York.

Camila, V. (2016). Resumen del Decreto 1076 de 2015 (Decreto único reglamentario del Sector en peces de agua dulce. *Revista colombiana de ciencias pecuarias*, 18(2), 12.

Catherine Celebi, T. G., Pierri“ck Auvray, Virginie Vallet-Erdtmann, and Bernard Je ‘gou. (2003). The Making of“Transgenic Spermatozoa. *BIOLOGY OF REPRODUCTION*, 68, 1477–1483. doi: DOI 10.1095/biolreprod.102.009340

Chen, Y.-L., & Tsai, H.-J. (1997). Effect of Electroporation Conditions on Loach Sperm for Successful Gene Transfer and Early Development. *Fisheries science*, 63(4), 527-532. doi: 10.2331/fishsci.63.527

Collares, T., Bongalhardo, D. C., Deschamps, J. C., Moreira, H. L. M. (2005). Transgenic animals: The melding of molecular biology and animal reproduction. *Animal Reproduction*, 2(1), 11-27.

Collares, T., Campos, V. F., Seixas, F. K., Cavalcanti, P. V., Dellagostin, O. A., Moreira, H. L., & Deschamps, J. C. (2010). Transgene transmission in South American catfish (*Rhamdia quelen*) larvae by sperm-mediated gene transfer. *Journal of Biosciences*, 35(1), 39-47.

Coward, K., Kubota, H., & Parrington, J. (2007). In vivo gene transfer into testis and sperm: developments and future application. *Arch Androl*, 53(4), 187-197. doi: 10.1080/01485010701426455

Garcia-Vazquez, F., Ruiz, S., L, G., Ondiz A, D., Gutiérrez-Adán, A., & Gadea, J. (2010). Transgénesis mediada por espermatozoides en la especie porcina: efecto de la presencia de ADN exógeno sobre la calidad seminal y evaluación de la producción in vivo de embriones transgénicos.

Harel-Markowitz, E., Gurevich, M., Shore, L. S., Katz, A., Stram, Y., & Shemesh, M. (2009). Use of sperm plasmid DNA lipofection combined with REMI (restriction enzyme-mediated insertion) for production of transgenic chickens expressing eGFP (enhanced green fluorescent protein) or human follicle-stimulating hormone. *Biol Reprod*, 80(5), 1046-1052. doi: 10.1095/biolreprod.108.070375

Lavitrano, M., Bacci, M. L., Forni, M., Lazzereschi, D., Di Stefano, C., Fioretti, D., . . . Rossi, G. (2002). Efficient production by sperm-mediated gene transfer of human decay accelerating factor (hDAF) transgenic pigs for xenotransplantation. *Proceedings of the National Academy of*

Lu, J.-K., Fu, B.-H., Wu, J.-L., & Chen, T. T. (2002). Production of Transgenic Silver Sea Bream (*Sparus sarba*) by Different Gene Transfer Methods. [journal article]. *Marine Biotechnology*, 4(3), 328-337. doi: 10.1007/s10126-002-0027-8

Maclean, N., & Laight, R. J. (2000). Transgenic fish: an evaluation of benefits and risks. *Fish and Fisheries*, 1(2), 146-172. doi: 10.1046/j.1467-2979.2000.00014.x

Mannino, R. J., & Gould-Fogerite, S. (1988). Liposome mediated gene transfer. *Biotechniques*, 6(7), 682-690.

Maria de las Angeles Penaranda, F. A. (2007). Animales modificados genéticamente. (I) Técnicas de obtención. *Profesion veterinaria*, 16, 8.

Nam, Y. K., Noh, J. K., Cho, Y. S., Cho, H. J., Cho, K. N., Kim, C. G., & Kim, D. S. (2001). Dramatically accelerated growth and extraordinary gigantism of transgenic mud loach *Misgurnus mizolepis*. *Transgenic Res*, 10(4), 353-362.

Rakesh Kumar, A. K. Y., Vikas Kumar Singh¹, Rajesh Kumar Vandre², Pankaj Kumar Singh³, & Nishant Verma, R. D. a. M. R. V. (2015). Transgenic animal technology: Recent advances and

applications: A Review. *Agri. Review*, 36(1), 7. doi: 10.5958/0976-0741.2015.00005.7

Rasmussen, R. S., & Morrissey, M. T. (2007). Biotechnology in Aquaculture: Transgenics and Polyploidy. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 6(1), 2-16. doi: 10.1111/j.1541-4337.2007.00013.x

Sarmasik, A. (2003). Application of gene transfer technology for genetic improvement of fish. *Turkish Journal of Zoology* 27(1), 1-6.

Sciamanna, I., Piccoli, S., Barberi, L., Zaccagnini, G., Magnano, A. R., Giordano, R., . . . Spadafora, C. (2000). DNA dose and sequence dependence in sperm-mediated gene transfer. *Mol Reprod Dev*, 56(2 Suppl), 301-305. doi: 10.1002/(sici)1098-2795(200006)56:2+<301::aid-mrd20>3.0.co;2-b

Shen, W., Li, L., Pan, Q., Min, L., Dong, H., & Deng, J. (2006). Efficient and simple production of transgenic mice and rabbits using the new DMSO-sperm mediated exogenous DNA transfer method. *Mol Reprod Dev*, 73(5), 589-594. doi: 10.1002/mrd.20401

Sin, F. Y., Walker, S. P., Symonds, J. E., Mukherjee, U. K., Khoo, J. G., & Sin, I. L. (2000). Electroporation of salmon sperm for gene transfer: efficiency, reliability, and fate of transgene. *Mol Reprod Dev*, 56(2 Suppl), 285-288. doi: 10.1002/(sici)1098-2795(200006)56:2+<285::aid-mrd16>3.0.co;2-4

Spadafora, C. (2007). Sperm-mediated gene transfer: mechanisms and implications. *Soc Reprod Fertil Suppl*, 65, 459-467.

Tabares, C. J., Montoya, A. F., Arboleda, L., Echeverri, A., Restrepo, L. F., & Olivera-Angel, M. (2006). Efecto de la pluviosidad y el brillo solar sobre la producción y características del semen en el pez *Brycon henni* (Pisces:Characidae). *Revista de Biología*

Tropical, 54, 179-187.

Taggart, J. B., Hynes, R. A., Prodöuhl, P. A., & Ferguson, A. (1992). A simplified protocol for routine total DNA isolation from salmonid fishes. *Journal of Fish Biology*, 40(6), 963-965. doi: 10.1111/j.1095-8649.1992.tb02641.x

Wang, Y., Guo, B., Miao, Z., & Tang, K. (2007). Transformation of taxol-producing endophytic fungi by restriction enzyme-mediated integration (REMI). *FEMS Microbiology Letters*, 273(2), 253-259. doi: 10.1111/j.1574-6968.2007.00801.x

Xin, N., Liu, T., Zhao, H., Wang, Z., Liu, J., Zhang, Q., & Qi, J. (2014). The impact of exogenous DNA on the structure of sperm of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Animal Reproduction Science*, 149(3-4), 305-310. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.06.029>

Zbikowska, H. M. (2003). Fish can be First – Advances in Fish Transgenesis for Commercial Applications. [journal article]. *Transgenic Research*, 12(4), 379-389. doi: 10.1023/a:1024267416522

Zhu, Z., Li, G., He, L., & Chen, S. (1985). Novel gene transfer into the fertilized eggs of goldfish (*Carassius auratus* 1758). *Journal of Applied Ichthyology* 1, 31-33.

Zhu, Z., Xu, K., Li, G., Xie, Y., & He, L. (1986). Biological effects of human growth hormone gene microinjected into the fertilized eggs of loach *Misgurnus anguillicaudatus*. *Science Bulletin, Academia Sinica*, 31, 988-990.

Zinovieva, N. A., Volkova, N. A., Bagirov, V. A., & Brem, G. (2016). Transgenic farm animals: the status of research and prospects. [journal article]. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, 6(6), 657-668. doi: 10.1134/s2079059716060101

17

CAPÍTULO DIECISIETE

Mamíferos silvestres del área metropolitana Pereira-Dosquebradas

Wild Mammals in the metropolitan áreas in Pereira-Dosquebradas

John Harold Castaño, Grupo de investigación en Biología
de la Conservación y Biotecnología Unisarc, Corporación
universitaria Santa Rosa de Cabal- UNISARC, John.castano@
unisarc.edu.co

Angélica Hernández, Corporación universitaria Santa Rosa de
Cabal- UNISARC, lmp-ahg94@live.com

RESUMEN

Las áreas urbanas contienen parches de zonas naturales que se conforman como hábitat para especies de mamíferos silvestres, sin embargo, se ven afectadas por la expansión de los territorios urbanos. Entre noviembre y diciembre de 2018, realizamos caracterizaciones de los mamíferos silvestres de porte medio que habitan el área metropolitana Pereira-Dosquebradas; para ello empleamos una combinación de técnicas de registros directos, revisión de colecciones biológicas, búsqueda de rastros y encuestas. En el área metropolitana Pereira Dosquebradas habitan por lo menos 20 especies de mamíferos silvestres pertenecientes a 2 familias y 7 ordenes taxonómicos. Esta cifra es considerada como una alta diversidad de mamíferos silvestres, los cuales habitan en los remanentes de vegetación nativa presentes en la periferia, como también parques, jardines vegetación riverena que protege las diferentes quebradas y ríos dentro de la ciudad. Es de resaltar la presencia de el Mono Nocturno Andino (*Aotus lemurinus*), el tigrillo lanudo (*Leopardus pardalis*) y la Nutria Neotropical (*Lontra longicaudis*) tres especies de mamíferos vulnerables a la extinción. Es importante el trabajo conjunto de los gobiernos locales, los académicos, el gremio constructor y los habitantes urbanos que permitan mantener y proteger las áreas verdes al interior de la ciudad, aumentar el conocimiento ecológico sobre la estructura y función de las ciudades para conservar la diversidad biológica, esta información también será valiosa para crear entornos urbanos habitables, saludables y resilientes.

Palabras Claves: caracterización, mamíferos urbanos, conservación, ecología urbana.

ABSTRACT

Urban areas contain patches of natural zones that are habitat for wild mammal species, however, they are affected by the expansion of urban territories. Between November and December 2018, we carried out characterizations of the medium-sized wild mammals that inhabit the Pereira-Dosquebradas metropolitan area; For this, we use a combination of direct registration techniques, biological collections review and, track search and surveys. In the Pereira Dosquebradas metropolitan area there are at least 20 species of wild mammals belonging to 2 families and 7 taxonomic orders. This number is considered a high diversity of wild mammals, which inhabit the remnants of native vegetation present in the periphery, as well as parks, gardens, riverside vegetation within the city. It is notable the presence of the Andean Night Monkey (*Aotus lemurinus*), the woolly tigrillo (*Leopardus pardalis*) and the Neotropical Otter (*Lontra longicaudis*) three species of mammals vulnerable to extinction. It is important the integration among the local governments, academics, the construction guild and urban dwellers to maintain and protect green areas within the city, increase ecological knowledge about the structure and function of cities to conserve biological diversity. This information will also be valuable for creating habitable, healthy and resilient urban environments.

Keywords: characterization, urban mammals, conservation, urban ecology.

INTRODUCCIÓN

Junto con el crecimiento y expansión de la población humana ha habido un incremento en la expansión urbana y de infraestructura a expensas de áreas naturales y rurales (McDonnell & Macgregor-fors 2016), a nivel global se prevé que para el año 2050 el 70% de la población mundial vivirán en ciudades, además se espera que en el futuro próximo los centros urbanos incrementen en número de habitantes y extensión (Population Reference Bureau

2018). En Colombia El 77,8% de las personas viven en cabeceras municipales, especialmente en las ciudades de la región andina se concentra la mayor cantidad de la población (DANE 2018)

Aunque las ciudades ocupan solo el 2.4% de la superficie terrestre, dada su magnitud e intensidad del uso del suelo tiene una influencia desproporcionada en los sistemas y procesos ecológicos regionales y globales (McKinney 2002). La forma como se consolide el desarrollo urbano será determinante para la diversidad global (Baker & Harris 2007). El crecimiento urbano no tiene que implicar necesariamente un aumento de la contaminación en las ciudades, una urbanización bien planificada y gestionada puede ser una herramienta poderosa para el desarrollo sostenible, tanto en los países en vías de desarrollo como en los países desarrollados (FAO 2018).

La región andina colombiana además de ser la más poblada del país, es una de las regiones más diversas a nivel mundial, cerca de la mitad de especies de mamíferos colombianos se localizan en los Andes y alrededor del 40% son exclusivas de esta región (Castaño 2011, Solari et al. 2013). Considerando que Colombia es uno de los países con mayor diversidad de mamíferos en el Mundo (Ramírez-Chaves et al. 2016) se hace urgente encontrar la manera de conservar la diversidad biológica en estos nuevos escenarios urbanos.

En el núcleo de las ciudades la mayoría de la vegetación ha sido reemplazada por superficies impermeables donde hay altas densidades de habitantes y de construcciones y la productividad primaria neta es mínima, Sin embargo, típicamente contienen parches de áreas naturales o semi-naturales que se configuran como hábitat para algunas especies de mamíferos silvestres (Villaseñor et al. 2014, Klimant et al. 2017) aunque es lógico pensar que cuando se incrementa la urbanización la diversidad de mamíferos disminuye, los mamíferos silvestres pueden ser encontrados en cualquier parte del ambiente urbano (McCleery 2010), incluso

especies con riesgo de extinción (Castaño & Cardona 2005).

La persistencia y prevalencia de la fauna silvestre en las ciudades depende de varios factores; por un lado, está su habilidad para encontrar recursos, alimento, refugio y su capacidad para reproducirse en paisajes profundamente modificados (McCleery 2010, Marín-gómez et al. 2020) y por el otro la interacción con los humanos, sus construcciones y sus mascotas que determinan la generación de conflictos humano-fauna y que determina la tolerancia de los humanos para aceptar la cercanía de tales especies. (Baker & Harris 2007, Villaseñor et al. 2014).

A nivel mundial se ha fijado un indicador óptimo de espacio público entre 10 m² y 15 m² de zonas verdes por habitante, con el fin de que estos mitiguen los impactos generados por la contaminación de las ciudades y cumplan una función de amortiguamiento (FAO 2018). En el área metropolitana de Pereira es apenas de 1,6 m² de zonas verdes por habitante, muy por debajo de los estándares internacionales (CARDER & UTP Jardín Botánico 2017). Dado el crecimiento esperado de las ciudades, este indicador será aún más crítico si no se adoptan planes de desarrollo que permitan mejorarlo. A pesar de este panorama, el área metropolitana cuenta con áreas verdes representados en corredores urbanos, áreas de espacio público, redes ecológicas urbanas (CARDER & UTP Jardín Botánico 2017) que potencialmente pueden albergar una diversidad importante de especies de mamíferos. El presente trabajo pretende registrar la riqueza de mamíferos silvestres presentes en el área metropolitana Pereira-Dosquebradas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo donde habitan cerca de 680

mil personas que reuniendo el 60% de los habitantes de Risaralda (Alzate, 2015) se tomaron en cuenta las coberturas de suelo urbano, suelo de expansión urbana y corredor vial suburbano, no se incluyó la cobertura de suelo rural (Alcaldía de Pereira). Adicionalmente, se seleccionaron cinco remanentes de bosque nativo al interior de la cobertura urbana del área metropolitana donde se llevaron a cabo muestreos directos y búsqueda de rastros, tales localidades fueron:

Jardín Botánico UTP: El Jardín Botánico Universidad Tecnológica de Pereira (JBUTP) es un área destinada a la protección, investigación y conservación in-situ y ex-situ de las especies nativas del bosque andino, conformada por una zona de bosque secundario en proceso de regeneración natural en el que se han desarrollado procesos de enriquecimiento. Se encuentra localizado en las coordenadas 4° 47'28.2"N, 75°41'24.5"O, a una altura de 1467 m.s.n.m y con una precipitación media anual de 2553 cm³. Esta zona cuenta con un área total de 14.4 ha, de las cuales 10.9 ha están destinadas a diferentes colecciones y 1.7 ha corresponden a humedal.

Bioparque Bonita Farm: Localizado en el Municipio de Dosquebradas en las coordenadas 4°49'51.80"N, 75°42'19.40"O a una altura de 1437 m.s.n.m. Es un Bioparque establecido como un centro de interpretación y de sensibilización ambiental, desarrollado en una reserva natural de bosques naturales y guadua con una extensión de 2 ha.

Aeropuerto Internacional Matecaña: Al interior de los predios del aeropuerto en el costado sur del aeródromo, contiguo a la avenida 30 de agosto, se cuenta con un relicto de vegetación secundaria, ubicado en las coordenadas 4°48'35.05"N, 75°44'42.64"O a una altura de 1332 m.s.n.m. La Vegetación del área está representada por pequeños parches de vegetación secundaria con una extensión aproximada de 3 ha inmersos en pastizal y rastrojo.

Filo Bonito: El área se encuentra localizada en las coordenadas 4°51'8.27"N, 75°40'20.26"O a una altura de 1509 m.s.n.m., con una extensión de 1 ha. Este predio pertenece a la Alcaldía de Dosquebradas y en su cabecera se adelantan procesos de reforestación con diferentes especies nativas con la finalidad de establecer el Jardín botánico del Municipio. La vegetación está compuesta por bosque secundario y algunos árboles de Guayaba (*Psidium guajava*) y Guamos (*Inga sp.*) rodeados en gran parte por cultivos de café y el plátano.

Guadual de la Ladrillera: Localizado en las coordenadas 4°50'23.41"N, 75°40'53.56"O a una altura de 1441 m.s.n.m, ubicada a un costado de la Variante la Romelia El Pollo, cuenta con un área de 1.5 has constituidas principalmente por guadual y bosque secundario donde predominan árboles de Higuierón (*Ficus americana*), Yarumos (*Cecropia angustifolia*) y diversas especies de Anturios (Fam. Araceae) Tomatillos (Fam. Solanaceae) y Cordoncillos (*Piper spp.*) las cuales son parte esencial de la dieta de diferentes especies de mamíferos (Castaño et al. 2010, 2018a).

Toma de datos

Entre noviembre y diciembre de 2018, realizamos caracterizaciones de los mamíferos que habitan el área metropolitana Pereira-Dosquebradas; para ello empleamos una combinación de técnicas de registros directos e indirectos, que permitieran obtener información de los mamíferos medianos presentes en la zona.

Revisión de colecciones: Revisamos los especímenes depositados en la colección biológica de mamíferos del de la Corporación Universitaria de Santa Rosa de Cabal (CUS) y revisamos las bases de datos disponibles en línea de colecciones científicas de mamíferos nacionales e internacionales, donde solamente el Instituto Alexander Von Humboldt (IAvH) tenía registros del área de estudio.

Foto trapeo: Empleamos 3 cámaras trampa, ubicadas en cada una de las cinco áreas naturales seleccionadas dentro del área metropolitana, las cámaras fueron ubicadas en lugares estratégicos dentro del área natural y para maximizar su eficiencia se ubicaron cebos atrayentes con una mezcla de sardinas en salsa de tomate, maíz y banano. Las cámaras permanecieron activas durante tres días consecutivos en cada localidad (Figura 1).

Figura 1. Mamíferos del área Metropolitana Pereira-Dosquebradas registrado en cámara trampa: A. Zorro, B. Conejo, C. Guatín, D. Tayra, E. Chucha común, F Armadillo de nueve bandas. G. Chuchita mantequera.



Recorridos de observación: Al interior de las cinco áreas naturales seleccionadas, se hicieron recorridos lenta y silenciosamente (2Km/h aprox.) en horario diurno a través de caminos disponibles, caños y vegetación ribereña. Durante los recorridos se hizo observación directa de mamíferos así como búsqueda de rastros asignables con certeza a una especie de mamífero como huellas y excrementos (Figura 2), los rastros fueron fotografiados, las huellas fueron colectadas con yeso odontológico e identificadas con la ayuda de claves (Navarro & Muñoz 2000) y posteriormente comparadas con la colección de referencia de UNISARC (CUS).

Figura 2. Huellas de mamíferos del área Metropolitana Pereira-Dosquebradas registradas en el presente estudio: A. Mono nocturno, B. Comadreja, C. impresión en yeso, D. Guatín, E. Gato doméstico, F. Nutria.



Encuestas: Realizamos entrevistas no estructuradas a profesionales o estudiantes con conocimientos de mastozoología que hubiesen residido en la zona por más de 10 años, a encargados de áreas naturales y relictos de vegetación nativa dentro del área metropolitana y a un funcionario de la CARDER encargado de atender conflictos de fauna. En dichas entrevistas indagamos qué especies de mamíferos habían visto, su ubicación precisa y la fecha. En caso de que el entrevistado no tuviese la habilidad de diferenciar especies, se les mostraba las láminas de la guía de mamíferos neotropicales (Emmons & Feer 1997) en algunos casos, los entrevistados nos compartieron fotografías de los registros (Figura 3).

Figura 3. Fotos de mamíferos del área Metropolitana Pereira-Dosquebradas registradas en entrevistas en el presente estudio fotos donadas por los entrevistados: A. Perro de monte, B. Zorro, C. Armadillo de nueve bandas, D. Comadreja, E. Chucha común. (Fotos cortesía Luis Fernando Ruiz y Mario Santana)



Análisis de datos

Los registros biológicos obtenidos fueron ingresados en una base de datos en Excel® siguiendo las recomendaciones de (Villarreal et al., 2004). A cada uno de los registros se le asignó un número consecutivo, junto con información taxonómica (orden, familia y nombre científico) y localización geográfica. Adoptamos la nomenclatura general actualizadas de acuerdo a Castaño et al., (2018), y se hizo un análisis de representatividad y se realizó un mapa de presencia de mamíferos en el área metropolitana.

La ubicación geográfica de cada registro fue convertida a un shapefile (Formato no topológico utilizado para el almacenamiento de ubicación geométrica y la información de atributos de entidades geográficas). Posteriormente el mapa de la distribución de las especies se realizó utilizando la plataforma QGIS (Quantum GIS Essen Version 2.14.17), tomando como capa base el mapa de

Clasificación del Suelo del Departamento de Risaralda, al cual se le realizó un recorte para reflejar los atributos que respectan a los municipios de Pereira y Dosquebradas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

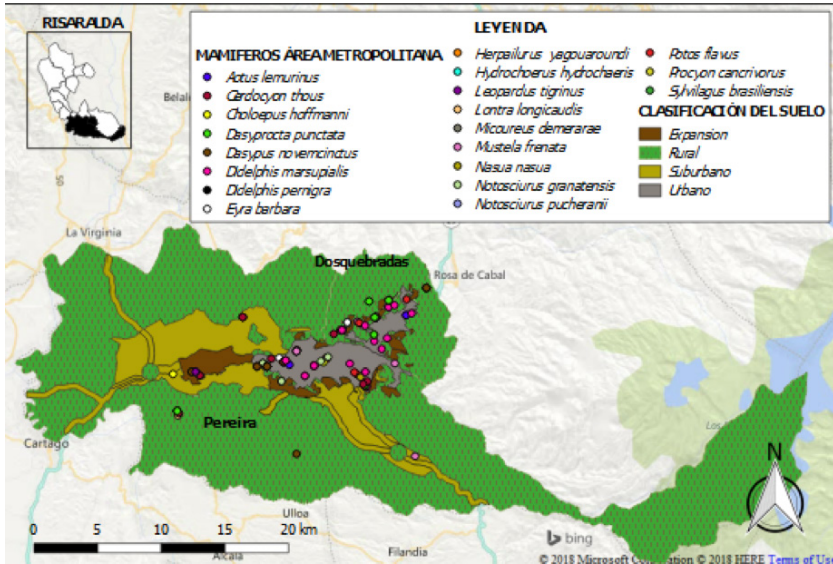
En el área metropolitana Pereira Dosquebradas habitan por lo menos 20 especies de mamíferos silvestres pertenecientes a 2 familias y 7 ordenes taxonómicos (Tabla 1) registrados en al menos 50 localidades dentro de las coberturas de suelo urbano, suelo de expansión urbana y corredor vial suburbano, (Mapa1). Es importante mencionar que la cifra real de mamíferos silvestres podría ser mucho más elevada pues aquí solamente se evaluaron mamíferos de porte medio, no se realizaron metodologías enfocados a evaluar a pequeños mamíferos como los murciélagos, ratones y pequeños marsupiales, los cuales son los grupos con mayor diversidad de especies dentro de los mamíferos (Solari et al. 2013, Castaño et al. 2018b).

Aunque este estudio es apenas una aproximación inicial a la diversidad de mamíferos urbanos de tamaño mediano, se puede considerar que el área metropolitana Pereira-Dosquebradas tiene una alta diversidad de mamíferos silvestres, pues sus valores de riqueza son muy superiores a las especies reportadas para ciudades como Armenia en el vecino departamento del Quindío (6 spp., Montilla et al., 2018; Rivera-Caicedo and Zuluaga-Hernández, 2019) o como Cuenca una ciudad andina en Ecuador (12 spp., Fernández de Córdova-Torres and Niveló, 2016) Incluso el área metropolitana tiene riqueza elevada similar a áreas boscosas cercanas como el Distrito de conservación de suelos Campoalegre (con 18 spp. de mamíferos medianos, Castaño and Torres-Arboleda, 2015) y representa casi el 70% de los mamíferos de porte medio reportados para el departamento de Risaralda (Castaño et al. 2018b).

Tabla 1. Listado taxonómico y nombre común de 20 especies de mamíferos medianos registrados en el área metropolitana Pereira-dosquebradas a través de diversos métodos (Cam: cámaras trampa, Mus: museo, Ent: entrevistas, Fot: fotografías, Obs: Observación directa).

Taxón	Nombre común	Cam	Mus	Ent	Fot	Hue	Obs	Registros totales
Carnívora								
Canidae								
<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro gris	2		16	2			20
Felidae								
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Yagouaroundi			5				5
<i>Leopardus tigrinus</i>	Tigrillo lanudo			1				1
Mustelidae								
<i>Eira barbara</i>	Tayra	1		7				8
<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria			2				2
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja		1	7		1		9
Procyonidae								
<i>Nasua nasua</i>	Cusumbo			2				2
<i>Potos flavus</i>	Perro de monte			10	1		1	12
<i>Procyon cancrivorus</i>	Mapache			1				1
Cingulata								
Dasypodidae								
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	2		10	1		1	14
Didelphimorphia								
Didelphidae								
<i>Didelphis marsupialis</i>	Chucha común	12		21				33
<i>Didelphis pernigra</i>	Chucha orejiblanca			1				1
<i>Micoureus demerarae</i>	Chuchita mantequera	3						3
Lagomorpha								
Leporidae								
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo	1	1	1				3
Pilosa								
Megalonychidae								
<i>Choloepus hoffmanni</i>	Perezoso de dos dedos			4				4
Primates								
Aotidae								
<i>Aotus lemurinus</i>	Mono nocturno			5	1	1		7
Rodentia								
Caviidae								
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Chiguiro			1	1			2
Dasyproctidae								
<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatín	8		19		1		28
Sciuridae								
<i>Notosciurus granatensis</i>	Ardilla colorada			14				14
<i>Notosciurus pucheranii</i>	Ardillita lanuda			1				1
		29	2	128	6	3	2	170

Figura 4 Ubicación geográfica de 20 especies de mamíferos medianos registrados en el área metropolitana Pereira-Dosquebradas.



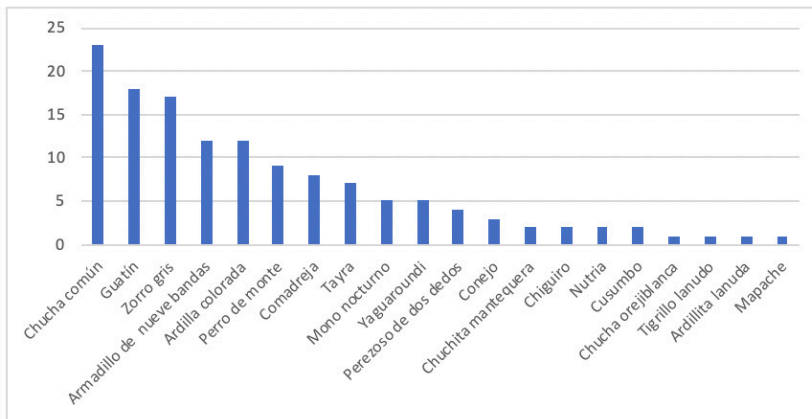
La mayoría de estas especies habitan en los remanentes de vegetación nativa presentes en la periferia, como también vegetación ribereña que protege las diferentes quebradas y ríos en el área metropolitana algunos parques y jardines dentro de la ciudad,

Las especies de mamíferos silvestres más representativas en el área metropolitana Pereira-Dosquebradas son chucha común (*Didelphis marsupialis*), guatín (*Dasyprocta punctata*), zorro gris (*Cerdocyon thous*), armadillo de nueve bandas (*Dasyprocta novemcinctus*) y ardilla colorada (*Notosciurus granatensis*). Los cuales estuvieron ampliamente distribuidas (>12 localidades) dentro del área metropolitana Pereira-Dosquebradas (Figura 4). Aparentemente este grupo de mamíferos comunes son capaces de utilizar muchos de los recursos disponibles alrededor y al interior de las zonas urbanas, por ejemplo ellos pueden tener una dieta generalista que les permite alimentarse de desechos orgánicos,

plantas ornamentales o cultivadas, además, pueden encontrar refugio en construcciones humanas o zonas verdes al interior de las ciudades (McCleery 2010, Fischer et al. 2015).

El perro de monte fue registrado en 9 localidades y las demás especies han sido registradas en menos de 5 localidades registradas aquí habitan principalmente las zonas periurbanas o los corredores de vegetación nativa del área metropolitana (Figura 5). Estas especies tienen dietas más especializadas que dependen de los recursos del bosque y comúnmente evitan las construcciones humanas (Fischer et al. 2015).

Figura 5. Número de localidades donde se ha registrado la presencia de mamíferos medianos en el área metropolitana Pereira-Dosquebradas



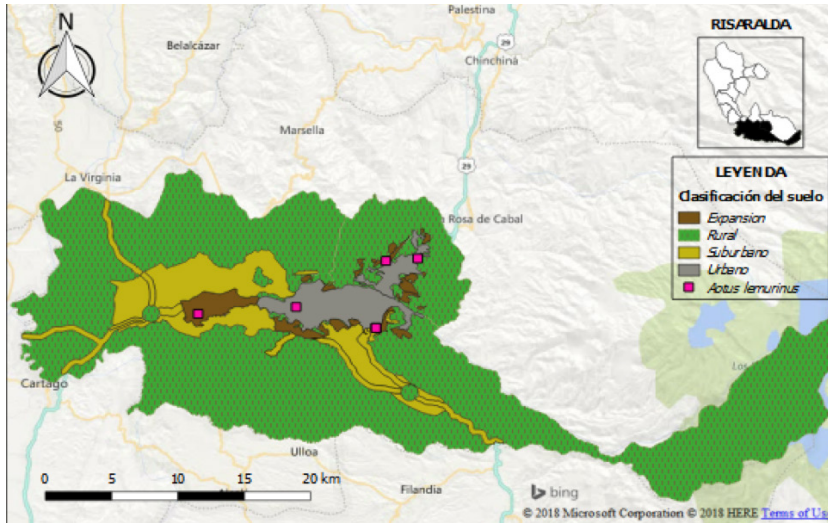
Mamíferos Amenazados

A pesar que normalmente se tiene la percepción que los mamíferos que habitan en las ciudades son de amplia distribución existen excepciones notables donde porciones de las ciudades pueden tener hábitats que favorecen la presencia de especies en riesgo de extinción (McCleery 2010). En el área metropolitana Pereira-Dosquebradas es de resaltar la presencia de tres especies de mamíferos medianos vulnerables a la extinción (República de Colombia 2017). Ellas son el Mono Nocturno Andino (*Aotus*

lemurinus), el tigrillo lanudo (*Leopardus pardalis*) y la Nutria Neotropical (*Lontra longicaudis*).

El mono nocturno andino (*Aotus lemurinus*: Aotidae), tiene hábitos nocturnos y es de los pocos primates monógamos que existen en el mundo, que viven en grupos de 4 o 5 individuos (una pareja reproductiva, crías o juveniles y en algunas ocasiones, un sub adulto) donde el macho adulto se encarga del cuidado parental. Esta especie está considerada como una prioridad de investigación y de conservación, pues se conoce poco sobre aspectos básicos de su ecología (Castaño et al. 2010). Se debe resaltar, que la especie ha sido catalogada como Vulnerable según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y el Ministerio de Medio Ambiente de Colombia (República de Colombia 2017) principalmente por una reducción de más del 30 % de sus poblaciones durante los últimos 10 años, atribuido a un declive en la calidad y cobertura de sus hábitats. El mono nocturno andino se distribuye en los Andes colombianos y ecuatorianos, por encima de los 1000 m. (Solari et al. 2013). Su presencia en cinco localidades del área metropolitana Pereira-Dosquebradas abre un escenario de investigación muy importante al ser un primate Amenazado que habita áreas periurbanas, pues a pesar que los primates son altamente dependientes de coberturas boscosas se encuentra inmerso en pequeños fragmentos de bosque dentro y en la periferia de la matriz urbana (Figura 6), este patrón ha sido observado también en Manizales y Armenia (Castaño & Cardona 2005).

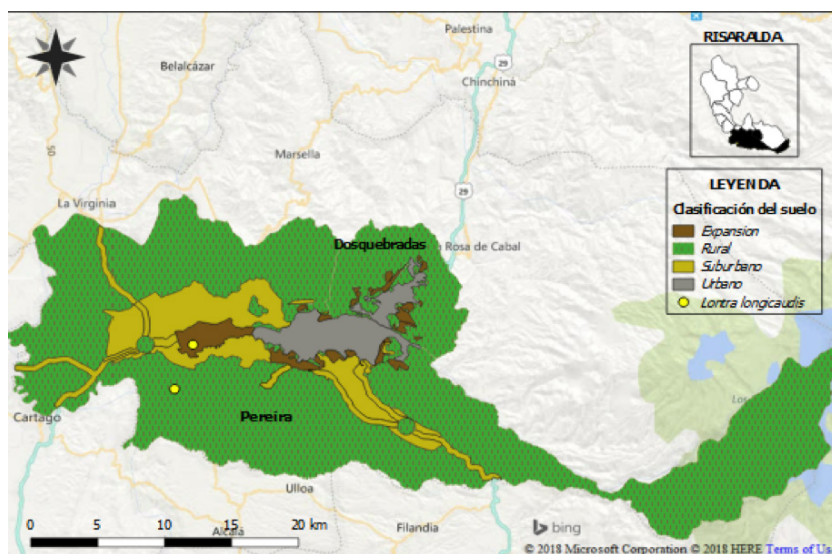
Figura 6. Ubicación geográfica del Mono nocturno (*Aotus lemurinus*) en el área metropolitana Pereira-Dosquebradas.



La Nutria Neotropical (*Lontra longicaudis*) es un carnívoro de mediano asociado a cuerpos de agua incluyendo áreas con algún grado de intervención antropogénica (Rheingantz & Trinca, 2015). Requiere de la presencia de cobertura vegetal ribereña para establecer sus nidos y zonas de marcaje, ya que utilizan cualquier orificio natural como refugio, aunque pueden cavar galerías superficiales de estructuras complejas especialmente para la crianza de cachorros; es una especie generalista en sus requerimientos de hábitat, su dieta es oportunista dada su capacidad de modificar sus preferencias alimenticias en función de la disponibilidad de las presas, sin embargo, prefiere el consumo de peces y crustáceos, También se ha registrado el consumo de reptiles, anfibios, mamíferos, aves y artrópodos. En Colombia se encuentra clasificada como Vulnerable (VU) al presentar una disminución progresiva de más del 30% de sus poblaciones en los últimos diez años a causa de la rápida desaparición de las cuencas hidrográficas del país, lo que ha disminuido su oferta alimenticia y fragmentado sus poblaciones a pequeños relictos locales

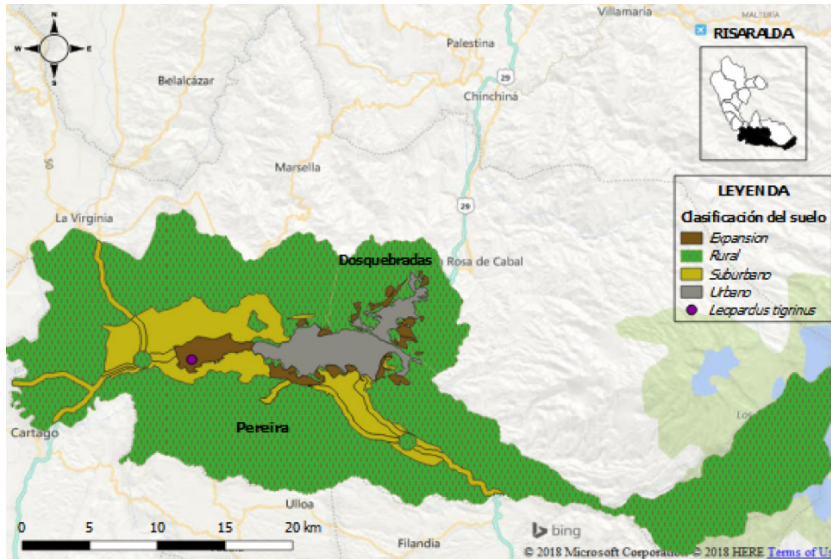
(Trujillo & Arcila, 2006). En este trabajo se reporta su presencia en dos localidades del área metropolitana Pereira-Dosquebradas (Sectores Galicia y el Tigre, Figura 7).

Figura 7. Ubicación geográfica de la Nutria Neotropical (*Lontra longicaudis*) en el área metropolitana Pereira-Dosquebradas.



El tigrillo lanudo (*Leopardus tigrinus*) Es un felino nocturno que habita bosques tropicales de América Central y América del Sur entre los 600 y 4300 msnm. Aunque prefiere las tierras altas, también se puede encontrar en zonas más bajas. El tigrillo caza principalmente pequeños vertebrados entre los que destacan roedores y pájaros. En Colombia se encuentra clasificada como Vulnerable (VU) al presentar una disminución progresiva de más del 30% de sus poblaciones en los últimos diez años a causa de la rápida desaparición de su hábitat (República de Colombia 2017). Un individuo de esta especie se ha registrado en el sector de Galicia por medio de entrevista (Figura 8), éste ejemplar y murió por comer desperdicios orgánicos (Felipe Quintero Com pers.) En otras ciudades del eje cafetero se le ha visto habitar en cercanías de la ciudad de Manizales (Escobar-Lasso et al. 2014).

Figura 8. Ubicación geográfica del Tigrillo lanudo (*Leopardus tigrinus*) en el área metropolitana Pereira-Dosquebradas.



CONCLUSIONES

Este estudio es una aproximación inicial a la diversidad de mamíferos Urbanos en el área metropolitana Pereira-Dosquebradas, donde se tienen registros de por lo menos 20 especies de mamíferos medianos. Lo cual indica que tenemos una alta diversidad biológica en el área urbana, la cifra real de mamíferos silvestres podría ser mucho más elevada.

Esta alta diversidad de mamíferos está favorecida principalmente por la presencia de áreas verdes, vegetación ribereña, fragmentos de bosque que atraviesan el área metropolitana asociados principalmente a los ríos y quebradas que integran los corredores ambientales urbanos y redes ecológicas de Pereira y Dosquebradas. (CARDER & UTP Jardín Botánico 2017). Por tanto es importante no solo mantener y proteger éstas zonas que se convierten en

refugio de la diversidad biológica (Williams et al. 2004). Aunque se evidencia que la presencia de especies silvestres está asociada a las áreas verdes de la ciudad, es importante profundizar en los factores determinan la presencia de especies de mamíferos en el ara urbana (Villaseñor et al. 2014) y de esta manera poder planificar un desarrollo que garantice la permanencia de la biodiversidad.

Dado que la mayoría de la población risaraldense habita la ciudad, y la elevada riqueza de mamíferos que aquí habitan, este es un escenarios importante donde los humanos observan o interactúan con otras especies de mamíferos lo cual tiene implicaciones para la salud, calidad de vida, educación y conservación (McCleery 2010). Es importante una unión entre los gobiernos locales, Los académicos, el gremio constructor y los habitantes urbanos que permitan comprender, proteger y mejorar biodiversidad urbana; creando ambientes amigables con la biodiversidad y minimizar los conflictos fauna-hombre que se presentan donde en la mayoría de los casos las especies silvestres son las más perjudicadas. Por ejemplo, por muertes debido a colisión con vehículos a lo largo de las carreteras, especialmente en las vías rápidas rodeadas de vegetación natural como la vía La Romelia-El Pollo.

No solo es importante aumentar el conocimiento ecológico sobre la estructura y función de las ciudades para conservar la diversidad biológica, esta información también será valiosa para crear entornos urbanos habitables, saludables y resilientes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Corporación Autónoma regional de Risaralda CARDER como parte de un convenio de asociación con la Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal – UNISARC. Los autores agradecen a las personas que suministraron información valiosa y fotografías de mamíferos: Felipe Quintero (CARDER), Luis Fernando Ruiz, Alba Lorena

López, Yilder Gonzales, Ángela Arredondo, Mario Santana, Pablo Barrera, Santiago Vásquez, Stella Gómez, Leonardo Mendieta, Juan David Quintero, Juan Esteban Payan y Camilo Cepeda.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Pereira POT Suelo Urbano y de Expansión.
- Baker PJ, Harris S (2007) Urban mammals: What does the future hold? An analysis of the factors affecting patterns of use of residential gardens in Great Britain. *Mammal Review* 37: 297–315.
- CARDER, UTP Jardín Botánico (2017) Identificación y caracterización de áreas potenciales del sistema de espacio público integrado a los corredores ambientales urbanos y redes ecológicas, para la implementación de proyectos socioambientales en el casco urbano de la ciudad de Pereira.
- Castaño JH (2011) Mamíferos de caldas: un análisis de vacíos de información 1. *Boletín Científico centro de Museos* 16: 101–119.
- Castaño JH, Cardona DM (2005) Presencia Del Mono Nocturno Andino (*Aotus Lemurinus* I. Geoffroy-St. Hilaire, 1843) En Fragmentos De Bosque De La Cuenca Media Del Río Cauca. *Boletín Científico - Centro de Museos - Museo de Historia Natural* 9: 111–117.
- Castaño JH, Cardona DM, Botero JE (2010) Ecología del Mono nocturno Andino en fragmentos de Bosque subandino de Colombia. In: Pereira-Bengoa V, Stevenson PR, Bueno ML, Nassar-Montoya F (eds) *Primatología en Colombia: Avances al principio del milenio*, 69–90.
- Castaño JH, Carranza-Quiceno JA, Pérez-Torres J (2018a) Diet and trophic structure in assemblages of montane frugivorous phyllostomid bats. *Acta Oecologica* 91: 81–90.

Castaño J, Torres-Arboleda D (2015) Mamíferos de Campoalegre. In: Castaño JH, Carranza-Quiceno JA (eds) Campoalegre: Biodiversidad en un paisaje rural Andino de Risaralda, 109–144. UNISARC, Santa Rosa de Cabal.

Castaño JH, Torres DA, Rojas-Díaz V, Saavedra-Rodríguez CA, Pérez-Torres J (2018b) Mamíferos del departamento de Risaralda, Colombia. *Biota Colombiana* 18: 239–254.

DANE (2018) Censo Nacional de Población y Vivienda - CNPV 2018.

Emmons L, Feer F (1997) Neotropical rainforest mammals : a field guide. University of Chicago Press.

Escobar-Lasso S, Cerón-Cardona J, Castaño-Salazar JH, Mendieta-Giraldo L, Ospina-Herrera O (2014) Los felinos silvestres del departamento de Caldas, en la región andina de Colombia: composición, distribución y conservación. *Therya* 5: 575–575.

FAO (2018) Foro Mundial sobre Bosques Urbanos.

Fernández de Córdova-Torres J, Niveló C (2016) Guía de mamíferos de las zonas urbana y periurbana de Cuenca. GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN CUENCA, COMISIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL, UNIVERSIDAD DEL AZUAY, Cuenca, Ecuador.

Fischer JD, Schneider SC, Ahlers AA, Miller JR (2015) Categorizing wildlife responses to urbanization and conservation implications of terminology. *Conservation Biology* 29: 1246–1248.

Klimant P, Klimantová A, Baláž I, Jakab I, Tulis F, Rybanský L, Vadel L, Krumpálová Z (2017) Small mammals in an urban area: Habitat preferences and urban-rural gradient in Nitra City, Slovakia. *Polish Journal of Ecology* 65: 144–157.

Marín-gómez OH, Dáttilo W, Sosa-lópez JR, Santiago-alarcon D (2020) Where has the city choir gone ? Loss of the temporal structure of bird dawn choruses in urban areas. *Landscape and Urban Planning* 194: 103665.

Mccleery R (2010) Urban Mammals. In: Aitkenhead-Peterson J (ed) *Urban Ecosystem Ecology*, 495.

Mcdonnell MJ, Macgregor-fors I (2016) The ecological future of cities. *Science* 352: 936–938.

McKinney ML (2002) Urbanization, Biodiversity, and Conservation. *BioScience* 52: 882–890.

Montilla SO, Cepeda-Duque C, Bustamante-Manrique S (2018) Distribución del Mono Nocturno Andino (*Aotus lemurinus*) en el departamento del Quindío. *Mammalogy Notes* 4: 6–10.

Navarro JF, Muñoz J (2000) Manual de huellas de algunos mamíferos terrestres de Colombia - Página Jimdo de rastreocolombia. Multimpresos, Medellín.

Population Reference Bureau (2018) 2018 World Population Data Sheet With Focus on Changing Age Structures – Population Reference Bureau.

Ramírez-Chaves HE, F A, Castro S, González-Maya JF (2016) Cambios recientes a la lista de mamíferos de Colombia. *Mammalogy Notes* 3: 1–9.

República de Colombia M (2017) Resolución 1912 De 2017. Colombia.

Rivera-Caicedo A, Zuluaga-Hernández A (2019) Caracterización de mamíferos medianos y voladores en fragmentos boscosos del norte de la ciudad de Armenia.

Solari S, Muñoz-Saba Y, Rodríguez-Mahecha J V, Defler TR, Ramírez-Chaves HE, Trujillo F (2013) Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología neotropical* 20: 301–365.

Villaseñor NR, Driscoll DA, Escobar MAH, Gibbons P, Lindenmayer DB (2014) Urbanization impacts on mammals across urban-forest edges and a predictive model of edge effects. *PLoS ONE* 9: 1–12.

Williams P, Whitfield M, Biggs J, Bray S, Fox G, Nicolet P, Sear D (2004) Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biological Conservation* 115: 329–341.

18

CAPÍTULO DIECIOCHO

Paternidad adolescente: desde la decisión hasta la crianza. Trayectoria de las emociones

Autoría: María del Pilar Gómez González. Doctora en Ciencias de la Salud Pública. Investigadora-Docente, Fundación Universitaria del Área Andina, Pereira-Colombia.
Correo electrónico: mgomez3@areandina.edu.co
Orcid: 0000-0002-4048-0008

RESUMEN

La práctica de la paternidad, así como la construcción de su significado son el resultado de múltiples aspectos, en los que se incluyen los culturales, históricos, políticos, económicos, así como las experiencias vividas por los individuos que están inmersos en un marco sociocultural; destacándose los estereotipos asociados al género, llevando con esto, en muchos casos, a la invisibilización de este rol en el abordaje del tema del embarazo, específicamente en la población adolescente. Al pensar en las emociones asociadas a la paternidad se ha identificado una amplia brecha de conocimiento, principalmente por la asignación de características a los hombres

entre las que predomina la imagen de fortaleza y autocontrol, para lo cual las emociones serían consideradas como opuestas a estas construcciones, desconociendo con esto la capacidad de estos para motivar para la acción, es por esto que se propuso como objetivo Analizar la trayectoria de las emociones en los hombres adolescentes ante su paternidad; se plantearon como preguntas de investigación:

¿Cuál es la trayectoria de las emociones en los padres adolescentes?
¿Cuáles son los elementos influyentes en el recorrido emocional durante la paternidad en la adolescencia? Para darle cumplimiento al objetivo y dar respuesta a las preguntas de investigación se planteó un estudio con metodología cualitativa, desde la perspectiva del construccionismo social, a través de la cual se incorpora el contexto, la cultura, la historicidad y las experiencias colectivas como elementos fundamentales para la construcción de significados y así mismo de las prácticas en la vida cotidiana. Participaron 28 hombres entre 16 y 19 años, procedentes de la Zona Metropolitana de Guadalajara. Se realizaron entrevistas semiestructuradas, listados libres, línea de vida, se hizo observación e interacción con los participantes a través de redes sociales, esto con el propósito de hacer triangulación de la información, se hizo análisis de contenido y de discurso, a través de la lingüística pragmática. Resultados: De las emociones manifestadas, la que se presentan principalmente son las consideradas como positivas o agradables, las cuales se caracterizan por la satisfacción de sueños y planes cumplidos o por ser un evento deseable. En los casos que manifestaron una emoción negativa, siempre pusieron en contraposición una positiva, razón por la cual en el proceso de paternidad prevalece la ambivalencia emocional. Estas respuestas y las trayectorias emocionales son dependientes de aspectos contextuales, principalmente de aquellos que tienen más proximidad con los hombres adolescentes, entre los que se destaca en primer lugar y determinante para la experiencia de la paternidad, la familia, la relación de pareja, las oportunidades e incluso dificultades en los espacios como son los académicos y laborales. Conclusiones:

las emociones son categorías culturales emergentes en el proceso de socialización, dependientes de elementos contextuales que son determinantes para el cumplimiento de los mandatos sociales relacionados con el género de los hombres y el hecho de ser padres, los cuales, a pesar de su corta edad, son esperados y exigidos.

Palabras clave: paternidad, emociones, masculinidades .

ABSTRACT

The practice of Paternity, as well as the construction of its meaning are the result of multiple aspects, including cultural, historical, political, economic, as well as the experiences lived by individuals who are immersed in a sociocultural framework; highlighting the stereotypes associated with gender, problems with this, in many cases, the invisibility of this role in addressing the issue of pregnancy, specific in the adolescent population. When thinking about the emotions associated with parenthood, a wide knowledge gap has been identified, mainly due to the assignment of characteristics to men, among which the image of strength and self-control predominates, for which the emotions considered as opposed to these constructions, ignoring with this their ability to motivate for action, this is why it was proposed as an objective to analyze the trajectory of emotions in adolescent men before their fatherhood; they were raised as research questions: What is the trajectory of emotions in teenage parents? What are the influential elements in the emotional journey during paternity in adolescence? To fulfill the objective and answer the research questions, a study with qualitative methodology was proposed, from the perspective of social constructionism, through which the context, culture, historicity and collective experiences are incorporated as fundamental elements for the construction of meanings and also of the practices in the daily life. 28 men between 16 and 19 years old, from the Guadalajara Metropolitan Area participated. Semi-structured interviews, free listings, lifeline were conducted, observation and interaction with the

participants was made through social networks, this with the purpose of triangulating the information, analysis of content and discourse, through the pragmatic linguistics. Results: of the emotions expressed, the ones that are presented mainly are those considered positive or pleasant, which are characterized by the satisfaction of dreams and plans fulfilled or for being a desirable event. In the cases that manifested a negative emotion, they always put in contrast a positive one, which is why emotional ambivalence prevails in the paternity process. These responses and emotional trajectories are dependent on contextual aspects, especially those that are closer to adolescent men, among which it stands out first and foremost for the experience of parenthood, family, relationship, opportunities and even difficulties in spaces such as academics and work. Conclusions: emotions are emerging cultural categories in the process of socialization, dependent on contextual elements that are decisive for the fulfillment of social mandates related to the gender of men and the fact of being fathers, which, despite their short age, are expected and demanded.

Key words: Fatherhood, emotions, masculinity.

INTRODUCCIÓN

La adolescencia, de acuerdo a lo que plantea la Organización Mundial de la Salud (OMS), es el período comprendido entre los 10 y 19 años de edad, que a su vez la subdivide en dos grupos, adolescencia temprana, la cual está entre los 10 y 14 años y la

adolescencia tardía entre los 15 y 19 años (Organización Mundial de la Salud, s.f.). Además es considerado como un período de cambio y/o transición en los que se observan modificaciones en el aspecto físico, psicológico y social, que da paso a una nueva etapa de la vida como lo es la adultez y todo lo que esto implica (Güemes-Hidalgo, Ceñal González-Fierro, & Hidalgo Vicario, 2017).

Cuando se abordan los temas relacionados con sexualidad y embarazo en este grupo etario, prevalece la información de las mujeres así como de los hijos/hijas, excluyendo a la figura paterna en el abordaje de dichas temáticas, incluso es frecuente encontrar apreciaciones negativas frente a la reacción y experiencia de la paternidad de los hombres adolescentes (Jayo, 2017), invisibilizando el ejercicio de esta función social y relegándolos al cumplimiento de labores socialmente atribuidas a los hombres como son el sosten económico y la protección de la nueva familia, limitando a un ejercicio desde la barrera, en el que se desconocen las necesidades propias de estos sujetos, así como sus emociones frente a las diferentes situaciones presentadas a partir de su nuevo rol.

Las emociones y su estudio relacionadas con las masculinidades y las paternidades están enmarcadas en los estereotipos sociales, es decir, buscan demostrar y legitimar la idea de la división sexual de las emociones, en las que para los hombres se privilegian aquellas que apuntan al reforzamiento de la imagen de fortaleza y poder de estos frente a la otredad, excluyendo otras posibilidades de vivencia limitando y generando consecuencias para los hombres mismos y aquellos que los rodean (Martínez-Munguía, 2013), debido al redireccionamiento de las emociones para cumplir con los mandatos sociales, evitando a toda costa aquello que los pueda hacer parecer débiles, llevando al aumento de situaciones de riesgo entre las cuales están el consumo de sustancias psicoactivas, violencia de género e incluso el suicidio.

Reconociendo la importancia que tiene el ser padre para el hombre, porque según la literatura es una categoría a partir de la cual se puede realizar un análisis de la masculinidad, así como de la construcción de su identidad, permitiendo a estos sujetos consagrarse como hombres de “verdad” (Fuller, 2000), porque para muchos, es a través de esta función social que logran demostrar sus capacidades, así como el cumplimiento de mandatos y expectativas sociales entre los que está el reconocimiento por parte de pares y demás actores dentro del grupo social, ser identificado como el líder de un grupo como lo es la familia, tener responsabilidades tales como el sustento económico de su nuevo núcleo familiar, la protección y el ser ejemplo de comportamiento, es decir, poder cumplir de manera cabal la idea del hombre como sujeto de éxito (Hendricks, Swartz, & Bhana, 2010; Rojas, 2008; Salguero, 2009), llevándolo al acercamiento de la imagen ideal y heteronormativa de la masculinidad (Kaufman, 1997).

Teniendo en cuenta lo antes expuesto, se plantea que a través del reconocimiento de procesos de construcción de las emociones en torno a la paternidad de este grupo poblacional permitirá no solo conocerlas, también comprenderlas y lograr así visibilizar su perspectiva, aportando elementos para propuestas que intervengan las problemáticas en salud de esta población, y que de manera directa o indirecta pueden impactar en la disminución de las consecuencias que afectan la salud, el bienestar y las posibilidades de lograr la equidad de género en la etapa de la adolescencia. Debido a esto se planteó como objetivo de investigación Analizar la trayectoria de las emociones en los hombres adolescentes ante su paternidad; planteando las siguientes preguntas guía para el desarrollo de la investigación:

- ¿Cuál es la trayectoria de las emociones en los padres adolescentes?
- ¿Cuáles son los elementos influyentes en el recorrido emocional durante la paternidad en la adolescencia?

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio cualitativo dentro del paradigma interpretativista y un enfoque teórico metodológico del socioconstruccionismo, lo que permitió visibilizar las vivencias emocionales de los hombres adolescentes que experimentan la paternidad, así como los elementos contextuales, históricos y culturales que permitieron comprender más allá de las etiquetas o nombres de las emociones, las circunstancias que rodean las emociones manifestadas y que determinan su expresión, experiencia y trayectoria (Berger, Luckmann, Zuleta, & Berger, 2001).

Para acceder a esta información se utilizaron diversas estrategias, entre las cuales están las entrevistas semiestructuradas, línea de vida y observación de las redes sociales como facebook y whatsapp, lo cual permitió hacer una triangulación de la información y garantizar que los datos que llevaron a la construcción del fenómeno social de las emociones en las etapas de la paternidad reflejen la realidad o múltiples realidades de los sujetos participantes (Aguilar Gavira & Barroso Osuna, 2015).

Los participantes incluidos son provenientes de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México, los cuales estaban entre los 16 y 19 años, es decir, corresponden al grupo de adolescentes tardíos. Al contar con población menor de edad, se garantizó que tuvieran la aprobación del padre, madre y/o un representante legal. Con el ánimo de garantizar el anonimato de los participantes, todos los nombres utilizados en los extractos de entrevista expuestos para ejemplificar los resultados, son seudónimos que permiten a la investigadora identificarlos para el proceso de análisis.

El trabajo de campo se llevó a cabo entre 2015-2016. El muestreo fue por conveniencia, pensando que en este tipo de estudios más

que pensar en representatividad estadística, se busca contar con sujetos representativos y competentes, es decir, aquellos que pueden dar cuenta del fenómeno de estudio a partir de sus propias experiencias (Íñiguez Rueda, 2003).

Una vez realizado el trabajo de diálogo con los adolescentes, se procedió a realizar el análisis de contenido, el cual se hizo a través del software Atlas Ti, donde se llevó a cabo el proceso de codificación abierta, categorización, donde emergieron varios temas que dan pauta para la presentación de los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para encontrar y comprender las emociones, se planteó la necesidad de incluir elementos contextuales que permitieran la comprensión situada de dichas respuestas emocionales, teniendo en cuenta que estas son polisémicas, requiriendo de elementos lingüísticos y extralingüísticos como respaldo para interpretar su significado (Enciso Domínguez & Lara, 2014), se usaron entonces las unidades de contexto, es decir, la porción del texto que nos ubica en el significado, la intención, temporalidad e incluso intención (Bardin, 1991).

Los elementos contextuales de los cuales dependieron las emociones de los hombres adolescentes que experimentaban la paternidad fueron diversos, en primer lugar la etapa del embarazo o de la paternidad en la que se encontraban cuando se realizó el encuentro con ellos, y para complementar esto, se hizo la comparación con la categoría de planeación o no de la paternidad.

El adolescente que confirma su paternidad

El primer grupo emocional identificado está relacionado con emociones positivas, los adolescentes manifestaron que la primera reacción fue de alegría, felicidad e incluso orgullo, lo cual

relacionan con los significados atribuidos al género de los hombres, por cumplir con el sueño de ser padres, de formar una familia, siendo este elemento un indicador de adultez, masculinidad, en palabras de Fuller, sería la posibilidad de consagración del hombre adolescente en un hombre en todo el sentido de la palabra, según las construcciones sociales (Fuller, 2000b).

No obstante, hubo casos en los que además surgieron emociones en contraposición como fue el miedo e incluso el arrepentimiento, lo cual está asociado con el proceso de valoración de procesos y estructuras sociales en los que la edad es una característica que determina muchas posibilidades en cuanto al ejercicio del rol de padre, como por ejemplo la posibilidad de hacerse cargo de las responsabilidades, desde la perspectiva económica, por un lado por la dependencia de los padres, y por otro, la dificultad de obtener un trabajo con buena remuneración debido a su corta edad. Además de la incertidumbre frente a su futuro y la posibilidad de cumplir con las responsabilidades propias de un padre (Botero & Osorio, 2015; Gómez-González, 2015).

En el siguiente ejemplo, se identifica la ambivalencia emocional que manifestaron los participantes:

“...Sentí angustia y alegría, pues por la... por el dinero en sí, luego porque tenía que trabajar y estudiar porque yo no quiero dejar el estudio, entonces... que porque me iban a regañar y por todo lo que iba a pasar jajaja; y la alegría pues de poder, que soy papá, pues si se siente padre, ya cuando está ahí si se siente padre...”
(Alonso, 17 años)

Quiere decir que pensar en la valencia de las emociones, no es solo la dicotomía del positivo y negativo, en la mayoría de estos participantes fue ambivalente, en las que experimentan y manifiestan emociones que son valoradas como agradables y a su vez desagradables a partir de un mismo evento desencadenante (Lutz, 1988).

En el siguiente extracto de entrevista, Gonzalo nos describe la emoción que experimentó cuando su pareja le manifestó el deseo de ser madre y la razón de esta reacción:

P: Describame que sintió cuando Daniela le dijo que quería ser mamá

“... ¿Que sentí?, pues sentí felicidad pues por la primera vez que alguien me dice eso, y ya... felicidad es porque pues apenas iba a tener una niña, esa fue mi felicidad y felicidad fue para ver que se sentía ser padre...” (Gonzalo, 17 años)

Gonzalo permite poner en evidencia el cómo y el porqué de su sentir frente a la decisión de ser padre, siendo esta una característica socialmente esperada y atribuida al género masculino, y a pesar de su corta edad y de los señalamientos, estos adolescentes tomaron la decisión en conjunto, sin pensar en las consecuencias para ellos como pareja y a nivel individual, esto motivados por la valoración que se asigna a la posibilidad de ser padres para estos adolescentes, lo cual puede ser un elemento determinante para las emociones encontradas en este fragmento. Recordemos que, a partir de los estereotipos de género, así como los mandatos sociales, el ser padre da una posición privilegiada y de reconocimiento social.

Tomar como punto de partida esas características permiten una comprensión de las vivencias, construcciones y por lo tanto, decisiones de los adolescentes (Iwata, 2014; Kimmel, 1997), por lo que se destaca la seguridad y el orgullo por ser visto como el hombre con el que una mujer quiere formar una familia, además la felicidad por poder cumplir con el sueño de ser padre.

Los padres y sus reacciones durante el embarazo

En esta etapa se pudo evidenciar que las emociones positivas son prevalentes en ambos grupos, con frecuencias y etiquetas similares, además se puede ver como es la trayectoria de las emociones, las cuales pasan de la sorpresa, alegría a una emoción que califican como más fuerte debido a la confirmación, a la obtención de

evidencias visuales, auditivas y/o táctiles de la existencia del bebé, siendo estas evidencias una manera de confirmar su existencia, de aceptar la realidad y los cambios que se dan en sus vidas, es decir, requieren de comprobaciones, de algo tangible para poder dirigir sus emociones hacia un objeto (Elster, 2001; Kao & Long, 2004), en este caso el hijo/hija, además es considerada una manera de comunicarse con su hijo/hija y de constatar que está vivo y en buenas condiciones.

Otras emociones como la tristeza y el arrepentimiento se dan por un acontecimiento diferente al embarazo y está asociado con las dificultades en la relación de pareja, también por los obstáculos que la familia puso, el caso Gonzalo, a quien la mamá de su pareja no lo aceptó y le impidió compartir cada uno de los momentos importantes, haciendo que las emociones que en el momento de la decisión y noticia que eran exclusivamente positivas, de alegría, orgullo, felicidad y anhelo se convirtieran en ambivalentes y causando dificultades adicionales a las que la paternidad precoz conlleva por si sola.

“... Ella me dijo, a la vez si me sentí muy enojado porque no estuve (en la ecografía) , y pos cuando ella me dijo pos me sentí feliz que iba a ser niña, ¡en realidad yo quería niño! pero a ella no la echo de menos, es mi hija ni modo que diga ah yo quería niño, ah no pues ya, la verdad no, es mi hija, la amo mucho...” (Gonzalo, 17 años) En la tabla 1 se pueden ver las reacciones emocionales de valencia positiva y negativa, respectivamente, que se generan durante el proceso de embarazo.

Tabla 1. Emociones durante el proceso de embarazo en los adolescentes

Paternidad planeada				Paternidad No planeada			
Emoc Posit.	Frec.	Emoc Neg	Frec.	Emoc Posit.	Frec.	Emoc Neg.	Frec.
Alegría	16	Miedo	4	Alegría	21	Miedo	6
Felicidad	13	Desanimo	2	Felicidad	17	Arrepentimiento	2
Expectativa	12	Enojo	1	Expectativa	8	Enojo	2
Orgullo	4	Tristeza	1	Sorpresa	5	Incredulidad	2
Seguridad	3	----	----	Amor	2	Resignación	2
Amor	1	----	----	Tranquilidad	2	Tristeza	1
Cariño	1	----	----	Agradecimiento	1	---	---
Motivación	1	----	----				
Sorpresa	1	----	----				
	52		8		56		15

Fuente: Elaborada con base en la información contenida en las entrevistas semiestructuradas

Los obstáculos del sistema de salud es otro agente importante en la reacción emocional de los padres, quienes sienten que “no va” el impedimento y exclusión de los hombres de los servicios, que todo el tiempo están con angustia por saber cómo están sus parejas e hijos/hijas y les toca conformarse con lo que les cuentan, pero ni para la primera ecografía o en la que van a saber el sexo del bebé pueden ingresar, razón por la cual en el momento de abordarlos para la entrevista manifestaron que era algo que les gustaba y les permitía sentirse incluidos.

[127] “... En estos 7 meses es la primera vez que hablan conmigo, se siente bonito, porque hasta me dijeron que viniera acá y ni me dejaron entrar para ver qué pasa...” (Alejandro, 16 años).

Padres en el proceso de crianza

Esta etapa se generaron muchas emociones para los hombres adolescentes, algunos estaban en el proceso, por lo que las emociones que más se presentan son aquellas asociadas con la expectativa, el anhelo de tener a su hijo/hija con ellos, pero la felicidad, alegría y orgullo por poder decir que pronto van a

conocer a sus bebés, que les genera una gran motivación para salir adelante.

Las emociones como el miedo son principalmente por no saber cómo debe ser un papá, que deben hacer, como tratar a su bebé, incluso cargarlo o bañarlo, como garantizar el sustento y bienestar de la nueva familia. Estas funciones que han sido atribuidas principalmente al hombre y que son enseñadas, transmitidas y reforzadas en cada una de las etapas de la vida, causando divisiones y exclusiones de contextos y acciones que pueden tener repercusiones a futuro, por ejemplo, la manera como se enseña desde niños a socializar, a clasificar los juguetes en los que son para niñas y los que sí pueden usar los niños. La narrativa de los participantes permite evidenciar, que existen grandes diferencias con respecto a las vivencias personales, condiciones sociales y familiares, así como motivaciones. Las emociones experimentadas y manifestadas por los participantes son diversas, con diferencias en las intensidades y los momentos y/o etapas importantes dentro del proceso que fue determinante para la paternidad de los adolescentes participantes. Las emociones más frecuentemente encontradas fueron el amor, la felicidad, alegría, orgullo.

En la tabla 2 se pueden ver las emociones comparadas entre los adolescentes que planearon con respecto a los que no planearon su paternidad, en las que son similares, la alegría, felicidad son las que se presentan con más frecuencia, la cantidad de etiquetas encontradas, así como expresiones que hacen referencia a emociones son iguales, sin embargo, la cantidad en que se repiten es mucho mayor en aquellos que si planearon; cabe destacar que el grupo de los que no planearon su paternidad manifestaron que si era un plan que tenían a mediano o largo plazo y en algunos casos expresaron que no era un plan, pero que si sabían que podía pasar porque no utilizaban los elementos de protección de manera constante, tal como se describe en los siguientes ejemplos:

“... Pues que recuerdo, así como cuando estás chico, pues así de

¡ay que vivir juntos! Y cosas así, pero de un bebé no hablas, si no hablas ¡ay que tener un hijo! A lo mejor ¡ay que vivir juntos! O cosas así, de esos temas si hablas, de ¡ah en un futuro nos vamos a juntar! Y cosas así, lo típico, yo siento que de una pareja pues...” (Patricio, 18 años)

“... si hablamos de tener hijos, la acción si fue planeada y todo, no fue un bebé deseado, pero si, ella y yo ya teníamos planeado tener una familia desde pues de que yo saliera de la prepa; ella estaba haciendo la prepa abierta. La familia era hacia futuro...” (Romeo, 16 años)

Tabla 2. Emociones asociadas a la paternidad

Paternidad planeada				Paternidad no planeada			
Emociones	Frec.	Emociones	Frec.	Emociones	Frec.	Emociones	Frec.
Felicidad	30	Tristeza	15	Alegría	14	Miedo	16
Alegría	24	Enojo	12	Felicidad	14	Tristeza	2
Amor	17	Miedo	10	Expectativa	9	Resignación	1
Motivación	15	Angustia	4	Sorpresa	6		
Orgullo	14	Presión	3	Orgullo	4		
Satisfacción	11	Arrepentimiento	3	Amor	2		
Expectativa	7	Inseguridad	2	Tranquilidad	2		
Sacrificio	4	Incertidumbre	1				
Agradecimiento	3	Pena	1				
Sorpresa	2						
Tranquilidad	2						
	129		51		51		19

Fuente: Elaborada con base en la información contenida en las entrevistas semiestructuradas.

CONCLUSIONES

La paternidad para este grupo de hombres adolescentes representa emocionalidad, la cual es muy diversa según la situación que están viviendo el participante, su pareja y familia en general.

La paternidad adolescente es un proceso en el que se generan respuestas emocionales ambivalentes asociadas a las situaciones propias de estos sujetos, por un lado, la posibilidad de tener un reconocimiento social, cierto estatus a partir de su nuevo rol, sin embargo, el temor por lo que puede pasar, si será o no capaz de cumplir con las obligaciones creadas y aceptadas socialmente para los padres, independientemente de la edad.

La respuesta emocional, el mantenimiento y/o modificación de las emociones está directamente relacionada con las interacciones con los actores próximos a los adolescentes, entre los que se destacan en primera instancia la madre y el padre tanto de la mujer como del hombre y otras instituciones que tienen impacto en estos sujetos como lo es la institución de salud y su apertura a la inclusión de los hombres en el proceso de embarazo.

El significado construido y aceptado socialmente de lo que es ser hombre, impacta en la percepción y práctica de la paternidad, determinando las reacciones e incluso los planes de estos adolescentes, guiados por los estereotipos y funciones esperadas y exigidas.

Para finalizar, como recomendación se propone visibilizar e incluir estas vivencias de los hombres frente a un fenómeno que es de interés en salud pública debido al impacto o impactos que tiene para los actores involucrados, lo cual permitirá tener una comprensión global de dichas situaciones y así poder generar insumos para plantear estrategias que mejoren la calidad de vida de las personas que ya están experimentando la parentalidad precoz, generando mayor cobertura en los diferentes programas para brindar apoyo y acompañamiento. Por otro lado, para los sujetos que no son padres, poder dar las asesorías y brindar herramientas a partir de experiencias reales para que tengan los suficientes fundamentos para la toma de decisiones para la vida y buscar a través de estas acciones apuntar al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en los que se la igualdad entre

los géneros como una estrategia para una sociedad más prospera y pacífica.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Gavira, S., & Barroso Osuna, J. (2015). La triangulación de datos como estrategia en investigación educativa. *Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación*, (47), 73-88. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i47.05>

Bardin, L. (1991). *Análisis de contenido* (Vols. 1-89). Ediciones AKAL.

Berger, P. L., Luckmann, T., Zuleta, S., & Berger, P. L. (2001). *La construcción social de la realidad*.

Botero, L. D. B., & Osorio, L. C. C. (2015). La experiencia de la paternidad en adolescentes. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (46), 89-101.

Elster, J. (2001). *Sobre las pasiones: Emoción, adicción y conducta humana* (2.a ed.). EE.UU: Paidós Ibérica S.A.

Enciso Domínguez, G., & Lara, A. (2014). Emotions and Social Sciences in 20th century: The Prequel of Affective Turn. *Athenea Digital. Revista de pensamiento e investigación social*, 14(1), 263. <https://doi.org/10.5565/rev/athenead/v14n1.1094>

Fuller, N. (2000). Introducción. En *Paternidades en América Latina* (1.a ed., pp. 11-32). Perú: Fondo editorial de la Pontificia universidad católica del Perú.

Gómez-González, M. del P. (2015). Paternidad en adolescentes: Tema de interés en salud pública. En *Temas selectos de salud pública: Revisiones panorámicas* (1.a ed., pp. 65-72). Recuperado de https://d=ZchECwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Güemes-Hidalgo, M., Ceñal Gonzáles-Fierro, M., & Hidalgo Vicario, M. (2017). Pubertad y adolescencia. 5(1), 7-22.

Hendricks, L., Swartz, S., & Bhana, A. (2010). Why Young Men in South Africa Plan to Become Teenage Fathers: Implications for the Development of Masculinities within Contexts of Poverty. *Journal of Psychology in Africa*, 20(4), 527-536. <https://doi.org/10.1080/14330237.2010.10820411>

Íñiguez Rueda, L. (2003). El análisis del discurso en las ciencias sociales: Variedades, tradiciones y práctica. En *Análisis del discurso: Manual para las ciencias sociales* (1.a ed., pp. 83-121). Barcelona: UOC.

Iwata, H. (2014). Experiences of Japanese Men During the Transition to Fatherhood. *Journal of Transcultural Nursing*, 25(2), 159-166. <https://doi.org/10.1177/1043659613515712>

Jayo, L. (2017). Paternidad adolescente: Una corresponsabilidad invisibilizada. *Revista PUCE*, 0(0). <https://doi.org/10.26807/revpuce.v0i0.97>

Kao, C., & Long, A. (2004). First-time Taiwanese expectant fathers' life experiences during the third trimester of pregnancy. 12(1), 60-71. <https://doi.org/10.1097/01.JNR.0000387489.71062.9c>

Kaufman, M. (1997). Las experiencias contradictorias del poder entre los hombres. En *Masculinidad/es. Poder y crisis* (pp. 63-81). Santiago de Chile: Isis Internacional, FLACSO.

Kimmel, M. (1997). Homofobia, temor, vergüenza y silencio en la identidad masculina. En *Masculinidad/es: Poder y crisis*. Santiago, Chile: Isis Internacional.

Lutz, C. (1988). Unnatural emotions everyday sentiments on a micronesian atoll and their challenge to western theory.

Martínez-Munguía, C. (2013). Masculinidad hegemónica y expresividad emocional de hombres jóvenes. En *os Hombres en México. Veredas recorridas y por andar* (1.a ed., pp. 177-201). Recuperado de https://www.academia.edu/10100335/Masculinidad_hegem%C3%B3nica_y_expresividad_emocional_de_hombres_j%C3%B3venes

Organización Mundial de la Salud. (s.f.). OMS | Desarrollo en la adolescencia. Recuperado 5 de febrero de 2018, de WHO website: http://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/es/

Rojas, O. L. (2008). *Paternidad y vida familiar en la ciudad de México: Un estudio del desempeño masculino en los procesos reproductivos y en la vida doméstica* (1.a ed.). México: El Colegio de México AC.

Salguero, M. A. (2009). Ser proveedor no es suficiente: Reconstrucción de la identidad en los varones. 4(7).

19 CAPÍTULO DIECINUEVE

Propuesta de creación del observatorio de seguridad vial en Pereira

Proposal for the creation of the road safety observatory in Pereira

Adán Silvestre Gutiérrez
Universidad Libre Seccional Pereira
adan.silvestreg@unilibre.edu.co

Daniel Aristizábal Torres
Universidad Libre Seccional Pereira
daniel.aristizabalt@unilibre.edu.co

María Elianed García Bedoya
Estudiante Universidad Libre Seccional Pereira

Richard Octavio Cárdenas Vega
Estudiante Universidad Libre Seccional Pereira

RESUMEN

La Organización de las Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud en los Objetivos de Desarrollo Sostenible para 2021 tienen como meta del objetivo 3. Salud y Vida, lograr reducir el 50% de las muertes que produce la movilidad. Para 2020, reducir a la mitad el número de muertes y lesiones causadas por siniestros de tráfico en el mundo.

La movilidad trae implícitamente variables asociadas al medio ambiente, la contaminación ambiental y la accidentalidad vial. El impacto más grande y grave de la movilidad es la cantidad de muertos, alrededor de 7.000 muertes al año en Colombia, más de 42.000 lesionados y pérdidas económicas de más de 25 billones de pesos, cada siniestro vial puede costar hasta 1.000 millones de pesos además de crear caos vial, trancones y aumentar el impacto en el medio ambiente. También trae pobreza, más de 42 mil familias, 70% de los estratos más vulnerables son los afectados cuando la cabeza de la familia y fuente de ingreso muere, queda con discapacidad permanente o temporal sumergiéndoles en una desgracia peor que afecta al grupo familiar; grave problema social oculto generado por la movilidad.

El ejercicio de la Movilidad produce más muertes que el conflicto armado, es la segunda causa de muerte violenta en Colombia y la primera de personas entre 15 a 29 años y en varios países del mundo, es una epidemia y problema de salud pública decretado por La Organización de las Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud, quienes aseguran que el 80% de los siniestros tienen como causa el comportamiento humano dentro del ecosistema de la Movilidad, siendo política de estado y prioridad del gobierno de Colombia. La movilidad deja en el mundo cada año 1.25 millones de personas muertas por lo que países como Francia y Suecia en sus modelos de movilidad han privilegiado el proteger la vida humana y la integridad física orientando la movilidad más a la seguridad y prevención de siniestros que a la

larga mejora la movilidad manteniéndola en parámetros seguros para los ciudadanos y logrando más rentabilidad económica, ambiental y social. En este momento el Gobierno de Colombia, Agencia Nacional de Seguridad Vial, contrató una firma francesa para poder aplicar el modelo de movilidad segura a Colombia

Palabras Claves: Siniestros viales, movilidad, observatorio.

ABSTRACT

The United Nations Organization and the World Health Organization in the Sustainable Development Goals by 2021 have the goal of objective 3. Health and Life, to reduce 50% of the deaths caused by mobility. By 2020, reduce by half the number of deaths and injuries caused by traffic accidents in the world.

Mobility implicitly brings variables associated with the environment, environmental pollution and road accidents. The biggest and most serious impact of mobility is the death toll, around 7,000 deaths a year in Colombia, more than 42,000 injured and economic losses of more than 25 billion pesos, each road accident can cost up to 1,000 million pesos. to create road chaos, congestions and increase the impact on the environment. It also brings poverty, more than 42 thousand families, 70% of the most vulnerable people are those affected when the head of the family and source of income dies, becomes permanently or temporarily disabled, plunging them into a worse misfortune that affects the family group; serious hidden social problem generated by mobility.

The exercise of Mobility produces more deaths than the armed conflict, it is the second cause of violent death in Colombia and the first of people between 15 and 29 years old and in several countries of the world, it is an epidemic and public health problem decreed by La Organization of the United Nations and the World Health Organization, who say that 80% of the claims are caused by human behavior within the Mobility ecosystem, being a state policy and

priority of the Colombian government. Mobility leaves the world every year 1.25 million people dead so that countries such as France and Sweden in their mobility models have privileged to protect human life and physical integrity by targeting mobility more to the safety and prevention of accidents than to the long mobility improves keeping it in safe parameters for citizens and achieving more economic, environmental and social profitability. At this time the Government of Colombia, National Road Safety Agency, hired a French firm to apply the model of safe mobility to Colombia

Keywords: road accidents, mobility, observatory.

INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud en los Objetivos de Desarrollo Sostenible para 2021 tienen como meta del objetivo 3. Salud y Vida, lograr reducir el 50% de las muertes que produce la Movilidad “3.6 Para 2020, reducir a la mitad el número de muertes y lesiones causadas por accidentes de tráfico en el mundo” (Unidas, 2018).

La movilidad trae implícitamente variables asociadas al medio ambiente, la contaminación ambiental y la accidentalidad vial. El impacto más grande y grave de la movilidad es la cantidad de muertos, alrededor de 7.000 muertes al año en Colombia, más de 42.000 lesionados y pérdidas económicas de más de 25 billones de pesos, cada siniestro vial puede costar hasta 1.000 millones de pesos además de crear caos vial, trancones y aumentar el impacto en el medio ambiente (Cartago, 2018). También trae pobreza, más de 42 mil familias, 70% de los estratos más vulnerables son los afectados cuando la cabeza de la familia y fuente de ingreso muere, queda con discapacidad permanente o temporal sumergiéndoles en una desgracia peor que afecta al grupo familiar; grave problema social oculto generado por la movilidad.

El ejercicio de la Movilidad produce más muertes que el conflicto armado, es la segunda causa de muerte violenta en Colombia y la primera de personas entre 15 a 29 años (Forenses, 2018) y en varios países del mundo, es una epidemia y problema de salud pública decretado por La Organización de las Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud, quienes aseguran que el 80% de los siniestros tienen como causa el comportamiento humano dentro del ecosistema de la Movilidad, siendo política de estado y prioridad del gobierno de Colombia. La movilidad deja en el mundo cada año 1.25 millones de personas muertas por lo que países como Francia y Suecia en sus modelos de movilidad han privilegiado el proteger la vida humana y la integridad física orientando la movilidad más a la seguridad y prevención de siniestros que a la larga mejora la movilidad manteniéndola en parámetros seguros para los ciudadanos y logrando más rentabilidad económica, ambiental y social. En este momento el Gobierno de Colombia, Agencia Nacional de Seguridad Vial, contrató una firma francesa para poder aplicar el modelo de movilidad segura a Colombia.

Se propone la creación del Observatorio de Seguridad Vial en el municipio de Pereira que permita:

- Mejorar la recolección y análisis, calidad, almacenamiento, recuperación y accesibilidad de los datos de siniestralidad vial en el municipio.
- Optimizar los sistemas de análisis de datos, para monitorear el desempeño de la seguridad vial en el municipio y apoyar el desarrollo de intervenciones en infraestructura adecuadas y efectivas.
- Estructurar los programas de educación y seguridad vial partiendo de datos concretos de siniestralidad vial.
- Contribuir a la generación de informes de monitoreo de indicadores estadísticos de seguridad vial en el municipio, costos generados por los eventos viales (con lesionados o solo daños materiales), afectaciones de los seguros y pólizas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Organización de las Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud en los Objetivos de Desarrollo Sostenible para 2021 tienen como meta del objetivo 3. Salud y Vida, lograr reducir el 50% de las muertes que produce la Movilidad “3.6 Para 2020, reducir a la mitad el número de muertes y lesiones causadas por accidentes de tráfico en el mundo” (Unidas, 2018).

La movilidad trae implícitamente variables asociadas al medio ambiente, la contaminación ambiental y la accidentalidad vial. El impacto más grande y grave de la movilidad es la cantidad de muertos, alrededor de 7.000 muertes al año en Colombia, más de 42.000 lesionados y pérdidas económicas de más de 25 billones de pesos, cada siniestro vial puede costar hasta 1.000 millones de pesos además de crear caos vial, trancones y aumentar el impacto en el medio ambiente (Cartago, 2018). También trae pobreza, más de 42 mil familias, 70% de los estratos más vulnerables son los afectados cuando la cabeza de la familia y fuente de ingreso muere, queda con discapacidad permanente o temporal sumergiéndolos en una desgracia peor que afecta al grupo familiar; grave problema social oculto generado por la movilidad. Según la Organización Mundial De La Salud existen ciertos factores de riesgo que inciden directamente en la siniestralidad vial. (Salud, 2018). Estos son:

- El enfoque de sistemas de seguridad: tener en cuenta el error humano.
- Velocidad.
- Conducción bajo los efectos del alcohol u otras sustancias psicoactivas
- No utilización de cascos, cinturones de seguridad y sistemas de sujeción para niños
- Conducción distraída
- Infraestructura vial insegura.
- Atención inapropiada tras el accidente.
- Cumplimiento insuficiente de las normas de tránsito.

Dado que el problema de la seguridad vial es multicausal, no es posible indicar una única variable que influya en la generación de los siniestros viales. No obstante, con base en análisis de hechos viales en el municipio, existen algunas variables que influyen de manera notable, lo que indica que deben ser tomadas en cuenta para el desarrollo de acciones en seguridad vial. Informe de accidentalidad del (Instituto de Movilidad año 2018) “De acuerdo a las iteraciones realizadas al total de las variables con sus respectivos datos en el programa estadístico SPSS 13.0 en castellano, se obtuvo que las variables más significativas e influyentes al momento de la ocurrencia de un siniestro vial son: el sexo, la ocupación, el nivel académico, la condición de la víctima, la clase de siniestro tránsito y la categoría de edad.

Siendo en el sexo masculino, soltero, estudiante, peatón/ motociclista, sábado, con edades entre 21 y 30 años el grupo objetivo más vulnerable en el municipio”.

Aunado a lo anterior, en el municipio se han identificado otras falencias y/o situaciones que han incidido en la problemática antes mencionada, como:

Incipiente formación e información en seguridad vial de la ciudadanía, el municipio ha desarrollado en diversas administraciones, programas de información (campañas y otros) y estrategias de formación en seguridad vial. No obstante, este no ha sido un proceso continuo y permanente en el tiempo, lo que ha conllevado a un proceso no fortalecido en la ciudadanía. Por ello, aunque el ciudadano conoce parcialmente los principios de la movilidad segura (señales, normatividad, comportamiento) éste parcialmente las aplica. Sumado a esto, la capacidad técnica y operativa de seguridad vial en el municipio ha estado en un proceso de fortalecimiento, pero dicho proceso no se ha consolidado aún, por lo tanto, ha influido en el desarrollo de estrategias de seguridad vial realizadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para cumplir con el Plan Local de Seguridad Vial deben tomarse en cuenta los siguientes pilares:

Pilar Estratégico 1. Gestión institucional segura para el cambio, con los siguientes programas

PROGRAMA: 1. Fortalecimiento a la estructura administrativa
ACCIÓN: 1. Otorgar facultades administrativas, tecnológicas y legales al a la Secretaría Administrativa de la Alcaldía de Pereira, para desarrollar el observatorio de Accidentalidad del Municipio de Pereira.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: 1. Diseñar el modelo de decreto para la creación del Observatorio de Accidentalidad, que se conforma con 4 funcionarios con la idoneidad para hacer análisis de accidentalidad y proponer posibles soluciones a los hechos más frecuentes y repetitivos en Pereira. 2. El Instituto de Movilidad debe reportar al coordinador del OBSERVATORIO los primeros cinco días de cada mes, los hechos ocurridos en accidentes y colisiones en las vías del Municipio. 3. Elaborar los mapas de accidentalidad del Municipio que sirvan de referencia en la unificación de los accidentes ocurridos. 4. Hacer los análisis de las posibles causas de los accidentes reportados, hacer las recomendaciones para ser aplicadas en los puntos de intervención
ACCIÓN: 2 Diseñar, gestionar, implementar, y hacer seguimiento a las campañas e indicadores que sean propuestas para cada una de las acciones que sean definidas en el observatorio de accidentalidad en Pereira.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: 1. De acuerdo a las estrategias definidas por el observatorio de accidentalidad, se deben implementar las campañas alusivas a la mitigación de la accidentalidad de acuerdo al comportamiento de los casos más relevantes dentro de las causales de los hechos de mayor ocurrencia

en los periodos anteriores y de acuerdo los datos históricos. Se deberán diseñar los instrumentos apropiados, con el objeto de revisar el efecto e impacto de las campañas que se esté aplicando en el periodo de su utilización, tomar las acciones necesarias para mejorar el alcance de su aplicación en el periodo siguiente.

PROGRAMA: 2. Fortalecimiento a la Estructura Administrativa
ACCIÓN: 1. Organizar y disponer de un sistema de información de accidentes de tránsito y Transporte (SIAT) que sirva para registrar la información, analizar los hechos viales, segmentar por su gravedad y frecuencia, definir las acciones necesarias e implementar (Observatorio)

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: De acuerdo a la imposibilidad de contar con la información de los accidentes de tránsito y transporte, toda vez que esta información es ingresada en el RUNT, esta base es datos es de uso exclusivo de la empresa que presta el servicio de Software del Ministerio (QUIPUS), se le ha solicitado a esta empresa en varias ocasiones las bases con los datos estadísticos sin tener eco a nuestras peticiones. Esta Información es necesaria para el observatorio de accidentalidad, con ella se puede hacer análisis de accidentalidad, consecuencias, sitios de mayor frecuencia, clase de vehículos entre las más importantes. Es aquí donde se crea la necesidad de tener un software propio que nos sirva para poder tener la información en línea, hacer análisis, para tomar acciones, en materia de víctimas fatales y no fatales, y poder disminuir la accidentalidad.

ACCIÓN: 2 Desarrollar mesas de trabajo interinstitucionales con los sectores que hacen parte del comité técnico metropolitano de Seguridad Vial.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Se deben realizar mesas de trabajo conjunto entre las empresas de transporte público de pasajeros, agremiaciones y el Comité Técnico de Seguridad Vial, con el objeto de revisar las estrategias que sean definidas por el

Observatorio de Accidentalidad del Municipio de Pereira con el fin de ir involucrando a todos los actores de la vía.

ACCIÓN:3. Crear protocolos de investigación de los hechos viales.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Son muchas las causales de los hechos viales, por ende, hay que diseñar formatos que incluyan la mayor información de los hechos ocurridos, de tal forma que se pueda hacer un análisis muy detallado de las posibles causales de los acontecimientos del accidente. Con estos instrumentos se puede desarrollar todos los protocolos para la atención de un accidente de tránsito y transporte. Esta herramienta es parte de las necesidades del Observatorio de Accidentalidad.

ACCIÓN:4 Coordinar la toma de información, su procesamiento y análisis de los datos y hacer análisis permanentes sobre las variaciones de las características de los hechos viales y de los factores de riesgo generando un sistema de alerta temprana para diseñar intervenciones que eviten y contrarresten los posibles efectos.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Dentro del observatorio debe hacer seguimiento al suministro de la información por parte de las autoridades de tránsito y transporte, los hospitales, fiscalía y el Instituto Nacional de Medicina Forense (regional Risaralda), con la información garantizada se puede hacer seguimiento y análisis a los puntos de mayor ocurrencia o a los que se van conformando de acuerdo a las estadísticas de accidentalidad en el Municipio de Pereira y así el observatorio puede definir los procedimientos que se deben establecer para el encendido de las alarmas en los eventos de mayor importancia y ocurrencia dentro del Municipio

PROGRAMA: 3. Responsabilidad compartida en el Plan Local de seguridad Vial de Pereira PLSVP y el municipio.

ACCIÓN: 1 Realizar alianzas con universidades de la ciudad para generar investigaciones de seguridad vial.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Las universidades cuentan con grupos de investigación en diferentes áreas, el concepto es que el Municipio a través de CIAATT haga los convenios con la Universidades para hacer las investigaciones necesario para establecer las líneas de acción en el observatorio de accidentalidad y poder actuar en la mitigación de los accidentes de tránsito.

Pilares estratégicos para el cambio No 2. Vehículos Seguro para el Cambio. con los siguientes programas

PROGRAMA: 1. Investigación y Seguimiento Comportamiento Ciudadano en Seguridad Vial en el PLSVP

ACCIÓN: 1. Revisar los programas y estrategias implementadas e impartidas a todos los infractores que sean sometido a un descuento a través de los centros de capacitación del IMP. Pereira.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Ajustar los programas de capacitación de los infractores de tránsito y transporte en Pereira, de acuerdo a lo establecido en el Observatorio de Accidentalidad del Instituto de Movilidad de Pereira (IMP). Estos programas deben estar incluidos en el PLSVP, desde el momento en que se apruebe por la Junta Directiva del IMP

ACCIÓN: 2. Mejorar los programas de educación vial para personas mayores enfatizando en los deberes y derechos de los usuarios de la vía (personas no motorizadas, conductor de vehículo, motociclista, y ciclistas.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Con el análisis del Observatorio de Accidentalidad, se puede identificar las posibles causales y las frecuencias en los puntos críticos del Municipio de Pereira, y así poder replantear los programas que se encuentran diseñados. Estas acciones se encuentran asociadas a las acciones anteriormente expuestas.

ACCIÓN: 3. Definir acciones estratégicas de protección y cultura de la Seguridad Vial para las personas no motorizadas.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Estas acciones se encuentran asociadas a los anteriores puntos, sin embargo, en esta parte en especial se busca definir las acciones inmediatas que se deben realizar con el objeto de mitigar los accidentes en el Municipio de Pereira.

ACCIÓN: 4. Revisar y proponer reformas a la normatividad para la protección de las personas no motorizadas y de las personas en situación de discapacidad.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: De acuerdo a los resultados que arroje el observatorio de accidentalidad, se busca generar regulaciones especiales en los puntos de mayor ocurrencia a personas no motorizadas, vía decreto del Concejo, el objetivo es: EL PEATÓN ES LA PRIORIDAD, RESPETEMOS SU ESPACIO.

ACCIÓN:5. Crear protocolos de investigación de los hechos viales.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: 2. Son muchas las causas de los hechos viales, por ende, hay que diseñar formatos que incluyan la mayor información de los hechos ocurridos, de tal forma que se pueda hacer análisis muy detallado de las posibles causas de los acontecimientos del accidente. Con estos instrumentos se puede desarrollar todos los protocolos para la atención de un accidente de tránsito y transporte. Esta herramienta es parte de las necesidades del Observatorio de accidentalidad

Pilares estratégicos para el cambio No 3. Infraestructura Vial Segura Para Las Personas con los siguientes programas

PROGRAMA: 1. Intervención integral en Puntos de Mayor Siniestralidad

ACCIÓN: 1. Identificar las causas que generan los accidentes viales en los puntos críticos de la ciudad.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: A través del observatorio de accidentalidad del IMP se deben registrar los puntos críticos de la accidentalidad del Municipio, donde es necesario realizar intervenciones físicas.

Pilares estratégicos para el cambio No 4. Atención y Rehabilitación a Víctimas con los siguientes programas

PROGRAMA: 1. Atención Pre Hospitalaria

ACCIÓN: 1. Diagnóstico de la atención pre hospitalaria, hospitalaria y rehabilitación de accidentes de tránsito: Seguimiento a REPS SOAT, Resolución 4505 de 2012.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: 1. Diseñar el modelo de decreto para la creación del Observatorio de Accidentalidad, que se conforma con 4 funcionarios con la idoneidad para hacer análisis de accidentalidad y proponer posibles soluciones a los hechos más frecuentes y repetitivos en Pereira. 2. El Instituto de Movilidad debe reportar al coordinador del OBSERVATORIO los primeros cinco días de cada mes, los hechos ocurridos en accidentes y colisiones en las vías del Municipio. 3. Elaborar los mapas de accidentalidad del Municipio que sirvan de referencia en la unificación de los accidentes ocurridos. 4. Hacer los análisis de las posibles causas de los accidentes reportados, hacer las recomendaciones para ser aplicadas en los puntos de intervención

ACCIÓN: 2. Fortalecer la capacidad instalada en la atención pre hospitalaria, urgencias, emergencias y planes de contingencia.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: 1. De acuerdo a las estrategias definidas por el observatorio de accidentalidad, se deben implementar las campañas alusivas a la mitigación de la accidentalidad de acuerdo al comportamiento de los casos más

relevantes dentro de las causales de los hechos de mayor ocurrencia en los periodos anteriores y de acuerdo los datos históricos. Se deberán diseñar los instrumentos apropiados, con el objeto de revisar el efecto e impacto de las campañas que se esté aplicando en el periodo de su utilización, tomar las acciones necesarias para mejorar el alcance de su aplicación en el periodo siguiente.

ACCIÓN: 3. Crear un número único de emergencias y otros mecanismos de acceso 123 y 127 protocolo de despacho

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: 1. De acuerdo a las estrategias definidas por el observatorio de accidentalidad, se deben implementar las campañas alusivas a la mitigación de la accidentalidad de acuerdo al comportamiento de los casos más relevantes dentro de las causales de los hechos de mayor ocurrencia en los periodos anteriores y de acuerdo los datos históricos. Se deberán diseñar los instrumentos apropiados, con el objeto de revisar el efecto e impacto de las campañas que se esté aplicando en el periodo de su utilización, tomar las acciones necesarias para mejorar el alcance de su aplicación en el periodo siguiente.

ACCIÓN: 4. Actualizar las guías de atención pre hospitalaria PAÍS MÍAS RIPSS HC única digital

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Se deben realizar mesas de trabajo conjunto entre las empresas de transporte público de pasajeros, agremiaciones y el Comité Técnico de Seguridad Vial, con el objeto de revisar las estrategias que sean definidas por el Observatorio de Accidentalidad del Municipio de Pereira con el fin de ir involucrando a todos los actores de la vía.

PROGRAMA: 2. Atención Hospitalaria

ACCIÓN: 1. Definir e implementar las rutas de atención en salud por accidentes SEM artículo 67 ley 1438 de 2011 RED redes integradas integrales y responsables de la información RIPS según

Resolución 4505 de 2012 obligatorio Resolución 3384 de 2000

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Crear los estudios previos, para la construcción de la Línea 127 a través de la línea 123

ACCIÓN: 2 CONPES 3437 DE 2006 Resolución 1220 de 2010 Min. Salud Dicto 1479 de 2010 Risaralda

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Incentivar a todas las autoridades de tránsito y transporte, empresas de servicios públicos de pasajeros y privadas a dar cumplimiento a lo establecido en la Ley. ACCIÓN: 3. Acompañamiento y asistencia en terapias del duelo a familiares de víctimas fatales y víctimas no fatales.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Definir un grupo de apoyo para las víctimas para los casos fatales, que debe estar integrado por profesionales expertos en el tema.

PROGRAMA: 3. Diseñar un módulo para la atención y registro de información de las víctimas en accidentes viales, los afectados en hechos viales

ACCIÓN: 1. Levantamiento de los requerimientos para el diseño del registro único de información.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Después de un análisis de los requerimientos documentales y de ley que sean necesarios por los centros asistenciales de salud, se debe formular un manual para consignar toda la información requerida.

ACCIÓN: 2. Diseño del registro único de información de las víctimas en hechos viales.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Este diseño debe ser elaborado por una persona externa a los organismos de tránsito y transporte, de acuerdo a los requerimientos de la Súper Salud

y por los protocolos de las empresas prestadoras de salud y los administradores y propietarios del software especializados en este tema.

ACCIÓN: 3. Hacer seguimiento y evaluación al registro y su operatividad.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Este diseño debe ser elaborado por una persona externa a los organismos de tránsito y transporte, de acuerdo a los requerimientos de la Súper Salud y por los protocolos de las empresas prestadoras de salud y los administradores y propietarios del software especializados en este tema.

ACCIÓN: 3. Hacer seguimiento y evaluación al registro y su operatividad.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Seguimiento a cada uno de los registros únicos de información

PROGRAMA: 3. Diseñar un módulo para la atención y registro de información de las víctimas en accidentes viales, los afectados en hechos viales

ACCIÓN:1. Levantamiento de los requerimientos para el diseño del registro único de información DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Después de un análisis de los requerimientos documentales y de ley que sean necesarios por los centros asistenciales de salud, se debe formular un manual para consignar toda la información requerida.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Después de un análisis de los requerimientos documentales y de ley que sean necesarios por los centros asistenciales de salud, se debe formular un manual para consignar toda la información requerida.

ACCIÓN: 2. Diseño del registro único de información de las víctimas en hechos viales.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Este diseño debe ser elaborado por una persona externa a los organismos de tránsito y transporte, de acuerdo a los requerimientos de la Súper Salud y por los protocolos de las empresas prestadoras de salud y los administradores y propietarios del software especializados en este tema.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Seguimiento a cada uno de los registros únicos de información

PROGRAMA: 4. Programa de asistencia cívica a hechos de Tránsito, Transporte y atención de víctimas en accidentes

ACCIÓN: 1. Diseñar un programa de atención de víctimas y regulación del tráfico en el momento de un accidente de tránsito.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Este programa se debe hacer cada año con un costo único en el diseño del programa, un alcance desde la descripción del perfil de los aspirantes hasta la capacitación que deben recibir para adelantar el objetivo trazado.

ACCIÓN: 2. Convocar a las personas interesadas para la realización de las capacitaciones como agentes cívicos.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Iniciar esta convocatoria con la presentación del programa ante todos los medios de comunicación del Municipio de Pereira, las empresas de transporte y las autoridades de tránsito y transporte.

ACCIÓN: 3. Iniciar proceso de formación de Agentes Cívicos

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Capacitaciones a cargo de los organismos de tránsito y transporte, el Sena y la Secretaría de Salud Municipal.

ACCIÓN: 4. Evaluar el proceso de capacitación y de formación de los Agentes Cívicos y hacer acto de clausura y entrega de equipos prioritarios.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: El costo de la etapa de este programa será el valor de los elementos que hace parte de kit de carretera para la atención del evento, ya está incluido en los ítems anteriores.

PROGRAMA: 5. Centro de información, atención y acompañamiento legal a víctimas de accidentes de tránsito.

ACCIÓN: 1. Establecer una línea de atención legal a víctimas en accidentes de tránsito.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN: Crear una oficina integral para la atención de víctimas o familiares de las víctimas de un accidente de tránsito.

CONCLUSIONES

Entre los beneficios de contar con un liderazgo en seguridad vial y con la puesta en marcha del observatorio de seguridad vial se encuentran: el impulso y motivación para abordar medidas integrales y efectivas, una mejor coordinación de las políticas públicas de seguridad vial, el aseguramiento de los recursos humanos y financieros para la implementación de este, brindar un marco y sistema que facilite la ejecución y el monitoreo de las intervenciones cuidando que estén de acuerdo con el contexto y las necesidades de cada país, y asegurar la sostenibilidad en el tiempo de todos proyectos, programas y acciones que se propongan.

Los principales retos para lograr una debida gestión institucional de la seguridad vial son:

Evitar que los cambios políticos que ponen en riesgo la sostenibilidad de las acciones, frenen los procesos o intervengan en los procedimientos o acciones.

Vencer la dificultad que aún existe en las ciudades y organizaciones para recolectar y para procesar los datos.

Poder ejecutar el trabajo multisectorial de manera efectiva, pasando de la teoría a la acción o práctica.

Obtener los recursos que en ocasiones son limitados para la gestión de seguridad vial.

Las recomendaciones más importantes para la consolidación del Observatorio de Seguridad Vial se gestionan a partir de cuatro estrategias así:

Mayor investigación.

En el campo de la investigación y recolección de datos para alimentar la información del observatorio de seguridad vial, es indispensable consolidar la investigación de todas las variables de la seguridad vial y la movilidad, no basta con generar datos de los movimientos o viajes de los vehículos, o de las personas que se trasladan de un lugar a otro en transporte público, o de las infracciones que se comenten por los diferentes actores viales, también es necesario realizar un estudio de diferentes variables de la personalidad de cada actor vial, cómo se transporta, cuál es su necesidad, cuales su condición social y económica, su nivel de estudio, sus condiciones laborales o familiares entre otras, para así saber realmente cuales son las posibles causas de su comportamiento en la vía. Al igual que estos desarrollos de datos y estadísticas de las personas, se requiere igualmente de estudios de las vías, de sus condiciones, afectaciones y limitantes y sumado a esto debe estar las condiciones del parque automotor rodante, la capacidad de las vías y de las ciudades, la jerarquización del uso

de las vías, datos que brindan indicadores reales y coherentes en temas de seguridad vial.

Generación de datos y estadísticas.

La dificultad para obtener datos de las diferentes entidades, organizaciones o entes gubernamentales, actualizados, confiables y coherentes es un problema constante, que en ocasiones impide que las organizaciones generen estadísticas reales, actualizadas y coherentes. Con respecto a la actualización, tener datos que sean de años anteriores o muy obsoletos (los datos que se obtienen de las diferentes fuentes presentan generalmente retrasos de varios años) es muy difícil de diagnosticar, pues implica que las ciudades tengan inversiones recurrentes en recolección de datos, lo cual no es acostumbrado ni existe la capacidad institucional, ni la voluntad política para realizarlo, además de la inaplicabilidad de las políticas en los tiempos oportunos.

Información de las ciudades.

En el Cuaderno “Técnico Análisis para seis ciudades colombianas según datos del Observatorio de Movilidad Urbana de CAF” (Lina Marcela Quiñones, 2018) En el caso de América Latina, la falta de procesos sistemáticos de recolección de datos y de consolidación de información, sumada a la falta de conocimiento de la existencia de dicha información en los entes de gobierno hace compleja la tarea de obtener información de las diferentes variables de la movilidad y en general de la seguridad vial en las ciudades. Las ciudades son diagnosticadas con frecuencia con datos muy generales que no permiten realizar un estudio meticuloso de las condiciones de estas. (Lina Marcela Quiñones, 2018)

Fortalecimiento y apoyo a observatorios de seguridad vial.

Uno de los aspectos más importantes es poder mantener a través del tiempo y de los cambios socio-políticos de las ciudades, una asegurada gestión de la seguridad en cabeza del Observatorio de Seguridad Vial, logrando afianzar, reconocer y mantener prospectivamente todas las estrategias en materia de

movilidad y seguridad vial, priorizando los intereses generales de los ciudadanos, por encima de los requerimientos de personas particulares o con otros intereses.

BIBLIOGRAFÍA

- Cartago, A. d. (02 de 05 de 2018). Alcaldía de Cartago. Recuperado el 02 de 05 de 2019, de www.cartago.gov.co
- Forensis, I. N. (02 de 11 de 2018). Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Recuperado el 02 de 05 de 2019, de <http://www.medicinalegal.gov.co/documents/20143/262076/Forensis+2017+Interactivo.pdf/0a09fedb-f5e8-11f8-71ed-2d3b475e9b82>
- Lina Marcela Quiñones, C. P. (2018). Análisis para seis ciudades. Bogotá: CAF.
- Occidente, Á. M. (26 de 10 de 2017). Área Metropolitana Centro Occidente. Recuperado el 01 de 02 de 2019, de <http://amco.gov.co/1521-plan-integral-de-movilidad-metropolitano.html>
- Occidente, Á. M. (01 de 11 de 2017). Área Metropolitana Centro Occidente. Recuperado el 01 de 02 de 2019, de <http://amco.gov.co/1527-plan-metropolitano-de-seguridad-vial-2017-2021.html>
- Pereira, I. d. (02 de 02 de 2019). Instituto de Movilidad de Pereira. Recuperado el 02 de 03 de 2019, de https://movilidadpereira.gov.co/Documentos/Dependencias/2019/ControlInterno/INFORMES_CONSEJO_SEGURIDAD/CONSEJO_SEGURIDAD_A%C3%91O_2018.pdf
- Pereira, U. T. (02 de 11 de 2018). Sirius UTP . Recuperado el 02 de 05 de 2019, de <https://sirius.utp.edu.co/>
- República, S. d. (13 de 09 de 2002). Secretaría Senado.

Recuperado el 05 de 11 de 2018, de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0769_2002.html

República, S. d. (30 de 12 de 2011). Secretaría Senado. Recuperado el 05 de 12 de 2018, de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1503_2011.html

República, S. d. (06 de 03 de 2014). Secretaría Senado. Recuperado el 05 de 11 de 2018, de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1712_2014.html

Salud, O. M. (07 de 12 de 2018). Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 02 de 05 de 2019, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
Transporte, M. d. (06 de 12 de 2012). Ministerio de Transporte. Recuperado el 02 de 12 de 2018, de http://web.mintransporte.gov.co/rnat/app/ayudas/Resolucion_0011268_2012.pdf

Transporte, M. d. (22 de 11 de 2017). Ministerio de Transporte. Recuperado el 02 de 05 de 2019, de <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/3239/plan-nacional-de-seguridad-vial/>

Unidas, O. d. (02 de 05 de 2018). Organización de las Naciones Unidas. Recuperado el 02 de 05 de 2019, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>

20 **CAPÍTULO**
VEINTE

Evaluación de las propiedades del concreto reciclado como agregado pétreo, procedente de demoliciones

Evaluation of the properties of the concrete recycled from demolitions

Daniel Aristizábal Torres
Universidad Libre Seccional Pereira
daniel.aristizabalt@unilibre.edu.co

Adán Silvestre Gutiérrez
Universidad Libre Seccional Pereira
adan.silvestreg@unilibre.edu.co

Aldemar Aguirre López
Estudiante Universidad Libre Seccional Pereira

Daniel Felipe Castillo Restrepo
Estudiante Universidad Libre Seccional Pereira

RESUMEN

Durante muchos años el concreto hidráulico ha sido de gran importancia para el sector construcción, debido a sus propiedades mecánicas como su resistencia a la compresión y su fácil adquisición a la hora de realizar un proyecto. Por lo tanto, en demoliciones el material predominante es el concreto, y según información de la Empresa de Aseo de Pereira se están depositando a las escombreras diariamente 156 toneladas de materiales.

Se pretende evaluar el comportamiento de un concreto hidráulico el cual fue elaborado a partir de concreto reciclado, ya que debido a la alta contaminación que se genera por las demoliciones, se hace necesario reutilizar estos materiales que se acumulan cada vez más en lugares de acopio de la región, para así generar nuevas opciones de construcción, que impacten positivamente el medio ambiente, minimizando los costos de producción y se mantengan las mismas propiedades mecánicas a comparación de lo que se ha venido utilizando en las últimas décadas.

En cuanto a la elaboración de esta alternativa de construcción, se extrajeron escombros de concreto proveniente de demoliciones de la ciudad en estudio, posteriormente se realizaron los respectivos ensayos de laboratorio para poder realizar el diseño de mezcla y encontrar la dosificación adecuada para que el concreto cumpla con las especificaciones de diseño, seguidamente se procede a hacer el análisis y la comparación del uso de este concreto reciclado versus un concreto hidráulico común.

Se pretendió profundizar la investigación del concreto reciclado, y se encontró una opción de construcción sostenible y de impacto para el gremio constructor de la ciudad de Pereira, generando así, nuevas alternativas de materiales, que sean innovadores y que suplan todas los requerimientos de calidad y costos, con nuevas alternativas constructivas que sean menos perjudiciales para el medio ambiente, por medio de materia prima más económica y

sostenible ambientalmente.

Palabras Claves: Concreto reciclado, escombros de concreto, cemento, resistencia a la compresión, asentamiento

ABSTRACT

For many years hydraulic concrete has been of great importance for the construction sector, due to its mechanical properties such as its resistance to compression and its easy acquisition when carrying out a project. Therefore, in demolitions the predominant material is concrete, and according to information from the Pereira Cleaning Company, 156 tons of materials are being deposited daily in the dumps.

It is intended to evaluate the behavior of a hydraulic concrete which was made from recycled concrete, since due to the high pollution generated by the demolitions, it is necessary to reuse these materials that accumulate more and more in places of collection of The region, in order to generate new construction options, that positively impact the environment, minimizing production costs and maintaining the same mechanical properties compared to what has been used in recent decades.

As for the development of this construction alternative, concrete debris from demolitions of the city under study was extracted, then the respective laboratory tests were carried out to be able to carry out the mixture design and find the appropriate dosage for the concrete to meet With the design specifications, the analysis and comparison of the use of this recycled concrete versus a common hydraulic concrete is then carried out.

It was intended to deepen the research of recycled concrete, and a sustainable and impact construction option was found for the construction guild of the city of Pereira, thus generating new

materials alternatives, which are innovative and that meet all quality and quality requirements. costs, with new constructive alternatives that are less harmful to the environment, through more economically and environmentally sustainable raw materials.

Keywords: Recycled concrete, concrete debris, cement, compressive strength, settlement.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el material constructivo más importante es el concreto hidráulico y lo ha sido durante muchos años, por esto mismo hay miles de construcciones que se construyeron hace varias décadas y que hoy en día están siendo remodeladas o demolidas para la ejecución de nuevos proyectos, lo que conlleva a un exceso de escombros producto de estas demoliciones que a su vez genera un saturamiento de las escombreras municipales, que con el paso del tiempo se hace cada vez mayor.

El entorno construido, donde pasamos más del 90% de la nuestra vida, es, en gran medida, culpable de dicha contaminación. Los edificios consumen entre el 20% y el 50% de los recursos físicos, según su entorno, teniendo especial responsabilidad en el actual deterioro del medio ambiente (Alavedra, Domínguez, Gonzalo, & Serra, 1997). Por lo que uno de los principales beneficios que tiene la reutilización de materiales, es el factor económico que tendrá los nuevos proyectos elaborados con estos materiales que ya fueron usados, siendo aún más favorables que utilizando materia prima totalmente nueva, Considerando que el costo de los materiales en una obra representa el 50% del costo total de un proyecto (Pertuz, 2010).

De acuerdo a la Alcaldía de Pereira (2015), en la ciudad de Pereira se estimaron 10.943 toneladas mensuales como resultado de la generación de residuos de la construcción y demolición (RCD) para el año 2015 y se estiman 163.279 toneladas anuales para el

año 2026.

Cada vez más los métodos constructivos han venido tomando un camino, el cual debe ser más amigable con el medio ambiente, que implique menos impacto en las zonas verdes del entorno, que fomente el reciclaje y la reutilización de las materias primas, para ello, varios autores se han enfocado en el análisis de todos aquellos materiales que día tras día provienen de demoliciones y terminan siendo desechados en lugares de acopio, y así encontrar soluciones a los problemas ambientales que enfrenta el planeta.

A nivel de latinoamericano, Batista (2001) realizó un estudio para determinar la evaluación de propiedades mecánicas de hormigones producidos con agregados reciclados de residuos de construcción y demolición utilizando cinco diferentes valores de relación agua/cemento y cinco distintos porcentajes de sustitución del agregado grueso por el agregado reciclado. Angulo (2005) evaluó la influencia de las características de los residuos de construcción en el comportamiento de concretos. En México, Martínez y Mendoza (2006) realizaron un estudio de concreto reciclado enfocado en las plantas mezcladoras, teniendo como objetivo el desempeño de concretos fabricados con agregados reciclados obtenidos a partir de cilindros de concreto premezclado. También Londoño (2010) aportó datos claves acerca de los materiales provenientes de las demoliciones de construcciones, su clasificación y uso en elementos prefabricados de concreto.

Algunos autores se han interesado no solo en la búsqueda del concreto reciclado, sino también en la posibilidad de crear un mortero reciclado. Hincapié y Aguja (2003) se enfocaron en la creación de agregado fino a partir de la trituración de cilindros de concreto y así poder fabricar un mortero de pega para elementos de mampostería.

Se han probado también diferentes materiales para la elaboración de concreto, por ejemplo en un artículo realizado por Domínguez

y Martínez (2007) analizaron la viabilidad del uso de residuos cerámicos de la construcción para fabricar concreto hidráulico. Así mismo, Silvestre, Cano, y Cruz (2017) realizaron un análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón. Otro material que ha arrojado buenos resultados es el caucho (Silvestre, Caicedo, Loaiza, Lobo, & Osorio, 2006).

Así mismo, hay autores que se enfocan no solo en la reutilización de residuos de la construcción, sino también en la reutilización de residuos agroindustriales, como la utilización de la ceniza de la cascarilla de arroz para la fabricación de ladrillos de mampostería, donde se obtuvieron excelentes resultados, aumentando las propiedades mecánicas de las mezclas elaboradas a 28 días de curado (Mattey, Robayo-Salazar, Diaz, & Delvasto, 2013).

La presente investigación se enfocó en estudiar la viabilidad de la utilización de concreto proveniente de demoliciones. En la actualidad la alternativa más extendida para la eliminación de estos residuos de construcción y/o demolición es el vertido. Es importante tener en cuenta que estos ocupan un gran volumen dentro de los vertederos municipales, lo cual reduce el tiempo de vida útil de los mismos, generando a su vez un gran problema debido a la falta de lugares de depósito apropiados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrollaron nueve actividades de acuerdo a la matriz de diseño metodológico indicada en la Tabla 1.

Tabla 1. Matriz de diseño metodológico

MATRIZ DE DISEÑO METODOLOGICO				
Objetivo Especifico	Actividad	Diseño metodológico	Técnica	Instrumento
Caracterizar los materiales de los RCD, originados en los municipios del AMCO, que pueden ser reutilizados para nuevos concretos que cumplan con la NSR-10.	Identificación de lugares apropiados con presencia de escombros de concreto proveniente de elementos estructurales	Exploratorio	Análisis visual	Identificar y escoger entre varios lugares, el mas idoneo para la extracción, teniendo en cuenta variables como la probable contaminación del agregado, el elemento estructural del cual proviene y posible resistencia
	Extracción del agregado a estudiar	Experimental	Método manual	Herramienta menor, elementos de protección y metodo de transporte
	Trituración de los agregados reciclados	Experimental	Método manual	Herramienta menor, elementos de protección
	Realizar laboratorios para caracterizar el agregado triturado.	Descriptivo	I.N.V. E – 123 I.N.V. E – 212 I.N.V. E - 122 NTC 176 NTC 237	Equipo de laboratorio, herramienta menor, elementos de protección y formatos de procedimientos basados en las normas.
Elaborar y ensayar las probetas de concreto elaborados a partir de concreto reciclado en diferentes dosificaciones de mezcla.	Elaboración de diseños de mezcla correspondientes a cada lugar de extracción	Experimental	Libro: Tecnología del concreto. Autor: Diego Sánchez De Guzmán	Capitulo correspondiente a los 12 pasos para la elaboración de un concreto hidráulico
	Elaborar pruebas de concreto hidráulico correspondiente a cada prueba y fallarlas a la compresión	Experimental	NTC 1377 NTC 673	Equipo de laboratorio, herramienta menor, elementos de protección y formatos de procedimientos basados en las normas
Comparar los resultados de resistencia de un concreto hidráulico y un concreto con agregados reciclados.	Comparar resultados de resistencia a la compresión de las probetas con concreto hidráulico	Comparativo	Análisis matricial	Formatos de procedimiento y análisis por medio de gráficas de resistencias entre concretos.
	Comparar resultados de asentamiento de las diferentes pruebas de concreto hidráulico	Comparativo	NTC 396	Formatos de procedimiento y análisis matematico de los resultados
	Comparar resultados de resistencia inicial y resultado final como concreto reciclado para cada lugar de extracción	Comparativo	Análisis matricial	Equipo de laboratorio, formatos de procedimiento y analisis matematico de los resultados

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Selección de las muestras

Se realizó la extracción de las muestras de concreto reciclado provenientes de demoliciones en el AMCO. La búsqueda se realizó dando prioridad a las demoliciones de columnas, vigas áreas, vías,

cimentaciones, y demás elementos estructurales o elementos que hayan soportado altas cargas ya que esto indica que el concreto es resistente (15Mpa en adelante).

Además, los residuos de concreto debían estar en óptimo estado, es decir, limpios, secos, libres de impurezas como materia orgánica, suelo y madera. Para la toma de las muestras se seleccionaron las siguientes ubicaciones:

Prueba 1: Avenida 30 de Agosto con calle 29, Estación de servicio Terpel.

Prueba 2: Avenida 30 de Agosto con calle 46.

Prueba 3: Corocito – Vía al parque la Rebeca. Cra 12 entre calles 5 y 7.

Prueba 4: Avenida del Río – Calle 4 Esquina, Puente Mosquera, EDS Terpel (Ver Figura 1).

Figura 1. Demolición Avenida del Río, calle 4.



Triturado de las muestras

Los escombros seleccionados tenían una dimensión promedio de 8-10” por lo que se les realizó un proceso de triturado, para posteriormente realizar el ensayo de granulometría especificado en la norma INVÍAS INV 123-07 y el ensayo de gravedad específica de la norma INVÍAS INV 223-07 e INV 128-07.

En la fase final del triturado el material quedó con dimensiones de $\frac{3}{4}$ ", que cumple con los estándares para los agregados gruesos en el entorno de la construcción.

Ensayos de laboratorio

A cada una de las muestras se les realizaron los ensayos de granulometría y contenido de materia orgánica.

Granulometría

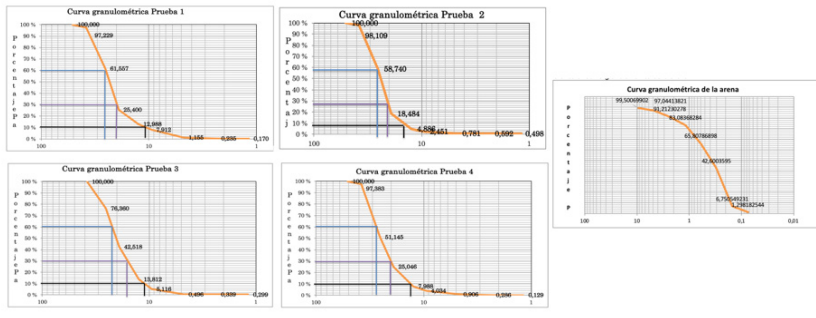
Para llevar a cabo el ensayo de granulometría se siguieron los pasos de la norma INV E 123-13, donde se indica que la separación de partículas de tamaños superiores a 0.0075mm se hace mediante tamizado, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Proceso de tamizado



Con base en los resultados de la granulometría se construyeron las curvas granulométricas para cada muestra y la muestra, como se indica en la Figura 3.

Figura 3. Curvas granulométricas



Contenido de materia orgánica

Se procedió a realizar el ensayo correspondiente al contenido de materia orgánica según la norma INV E 212-13.

El ensayo es de gran importancia ya que nos revela si la arena utilizada está en óptimas condiciones. Es importante que la arena esté limpia ya que las impurezas dentro de esta pueden afectar la resistencia de los cilindros de concreto. El ensayo se llevó a cabo por el método del vidrio de colores de referencia, como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Ensayo de contenido de materia orgánica



A través del ensayo se determinó que la muestra de suelo tiene una coloración de placa N°3. Lo cual considera que el triturado fino tiene un grado medio de impurezas y considerable materia orgánica, en este caso la norma INV E 212-13 aconseja realizar estudios complementarios, aunque está en el rango admisible.

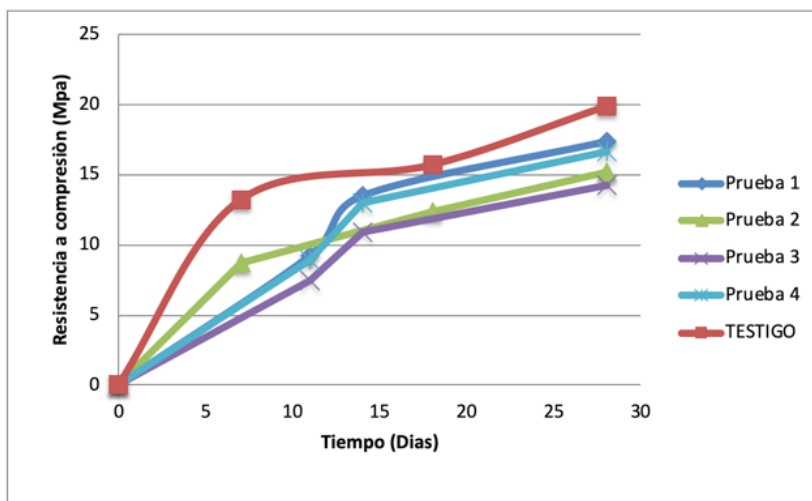
Diseño de mezcla y fabricación de los cilindros

Se realizó el cálculo de las diferentes dosificaciones y resultados en cuanto a peso y volumen requerido de cada material para la elaboración del concreto hidráulico de cada prueba. Para ello se tomaron los valores de asentamiento recomendado para diversas construcciones, así como los valores recomendados de tamaño máximo nominal de acuerdo al tipo de construcción. Además, se realizó el cálculo de la relación agua/cemento (A/C), obteniendo un valor de 0,46. Se reunieron los datos obtenidos del ensayo de granulometría ejecutado en laboratorio, para calcular combinaciones posibles con los métodos de Fuller y Sánchez de Guzmán. Se fabricaron 3 cilindros para cada una de las muestras y 3 cilindros adicionales para los ensayos de la muestra testigo.

Ensayos de resistencia

Se realizaron ensayos de resistencias de los cilindros de cada una de las pruebas y la prueba testigo. En la Figura 5, se muestra el resumen de los ensayos realizados para 7, 14 y 28 días de curado respectivamente.

Figura 5. Resistencia a la compresión de las 5 pruebas



CONCLUSIONES

Se evidenció una disminución en la resistencia del concreto reciclado con respecto al diseñado, aproximadamente 5 MPa por debajo del esperado.

La utilización de concreto reciclado proveniente de demoliciones puede causar un aumento en la absorción del agua a la hora de elaborar el concreto, esto causado por el agregado reciclado debido al alto nivel de secado en que se encuentra, por lo cual hay que hacer un diseño de mezcla teniendo en cuenta esta condición cuando se calcule la relación agua-cemento.

Es importante remover el agregado fino que proviene después de la demolición manual, ya que este agregado fino aumenta aún más el porcentaje de absorción de agua en la mezcla.

El concreto hecho a partir de escombros baja algunos costos de material ya que se reemplaza por escombros que son reutilizados,

por lo tanto hay una disminución en el costo total con respecto a un concreto hidráulico común.

Las curvas granulométricas de los agregados reciclados muestran un claro exceso de tamaños gruesos, esto es debido a la trituración manual, el cual no es lo suficientemente apto para dar una buena gradación y así poder llenar todos los vacíos que se puedan presentar en el concreto.

Se recomienda mejorar el proceso de trituración de los agregados reciclados, para que al momento de realizar el tamizado se obtenga una gradación mucho mejor y sin excesos de material de tamaño variable. Como trabajo futuro se propone realizar el diseño de mezcla sin reemplazar el 100% del agregado grueso por escombros reciclado, sino combinándolo con un porcentaje de agregado grueso de cantera. Además, se requiere investigar los efectos que sobre la resistencia última del concreto reciclado tienen los diferentes tipos de variables que puede haber en el concreto reciclado tales como estuco, argamasa, pintura, argaestuco, entre otros.

Debido a que el porcentaje de absorción de agua aumenta tanto por las moléculas de cemento unidas al agregado grueso proveniente de la demolición, se recomienda en futuras investigaciones profundizar en el tema de este porcentaje, para así, obtener valores funcionales y prácticos para la elaboración de los especímenes de concreto.

BIBLIOGRAFÍA

Alavedra, P., Domínguez, J., Gonzalo, E., & Serra, J. (1997). La construcción sostenible: el estado de la cuestión. *Informes de La Construcción*, 49(451), 41–47. <https://doi.org/10.3989/ic.1997.v49.i451.936>

Alcaldía de Pereira. (2015). Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Cantón de Escazú. Retrieved from http://www.pereira.gov.co/Planeacion/PGIRS/PGIRS_2018/0_PGIRS_Pereira_2015-2027_Actualizado.pdf

Angulo, S. C. (2005). Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos. Universidade de São Paulo, São Paulo. <https://doi.org/10.11606/T.3.2005.tde-18112005-155825>

Batista Leite, M. (2001). Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. Tese de doutoramento - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. Retrieved from <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/21839/000292768.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Domínguez, L., & Martínez, E. (2007). Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas Reintegration of construction and demolition waste to the life cycle of housing construction. *Ingenieria*, 11, 43–54. Retrieved from <http://www.redalyc.org/html/467/46711305/>

Hincapié Henao, Á. M., & Aguja López, E. A. (2003). Agregado reciclado. *Revista Universidad EAFIT*, 39(132), 76–89.

Londoño Alarcón, J. (2010). Comportamiento mecánico de elementos prefabricados de concreto con agregados reciclados dentro de la fuente que los genera. Pontificia Universidad Javeriana Cali.

Martínez-Soto, I. E., & Mendoza-Escobedo, C. J. (2006). Comportamiento mecánico de concreto fabricado con agregados reciclados. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 7(3), 151–164. <https://doi.org/10.22201/ifi.25940732e.2006.07n3.012>

Mattey, P., Robayo-salazar, R. A., Diaz, J. E., & Delvasto, S. (2013). Influencia del mezclado en dos etapas en la fabricación de ladrillos de mampostería con ceniza de cascarilla de arroz como agregado fino. *Revista Colombiana de Materiales*, (January 2015).

Pertuz, A. M. (2010). *Construcción Y Medio Ambiente. Módulo Arquitectura Cuc*, 9(1), 105–114.

Silvestre, A., Caicedo, A., Loaiza, L., Lobo, A., & Osorio, B. (2006). Análisis del concreto con caucho como aditivo para aligerar elementos estructurales. *Universidad Libre Seccional Pereira*.

Silvestre, A., Cano, J. D., & Cruz, C. M. (2017). Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo, a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón. *Universidad Libre Seccional Pereira*.

21

**CAPÍTULO
VEINTIUNO**

**Aplicaciones de la tecnología GIS
(Geographic Information System), en la
estabilidad de taludes**

**Applications of the GIS technology
(Geographic Information System), in the
stability of slopes**

Raul Alberto Gaviria Valencia
Universidad Libre Pereira
raul.gaviriav@unilibre.edu.co

Alejandro Alzate Buitrago
Universidad Libre Pereira
alejandro.alzateb@unilibre.edu.co

RESUMEN

Los sistemas de información geográficos se han convertido en la actualidad en una importante herramienta de análisis e interpretación del componente territorial y de la especialización de datos. Esta investigación connota y relleva la incidencia e importancia de los SIG en la sociedad y los aportes que potencialmente pueden lograrse en las temáticas sociales. Es así como se presenta una descripción de las características principales de estos sistemas y las ventajas que surgen al trabajar con tecnologías Open Source, resaltando la importancia de implementar infraestructuras tecnológicas GIS, expresadas en servicios como patrón de diseño, que soporten la integración con aplicaciones Web GIS utilizando LBS y que apuntalen el desarrollo de software para el manejo y control de información espacial relacionada con problemáticas del desarrollo social y territorial, específicamente el inventario y caracterización de fenómenos de remoción en masa como un aplicativo de la gestión del riesgo de desastres.

Como resultado del seguimiento de la metodología propuesta, se implementa y estructura un Geographic Information System (GIS) como infraestructura de datos espaciales (IDEs), expresada en “servicios” como patrón de diseño, estructurado en una plataforma tecnológica Open Source, arquitectura implementada con bases de datos relacionales con extensión espacial, como sistema manejador de base de datos, servidor web Apache/Tomcat y servidor de mapas. El primero permite crear mapas a partir de los datos espaciales existentes en formato digital; el segundo la interacción entre la aplicación y un browser y la posterior publicación y consulta de la información georreferenciada en Internet usando el protocolo HTTPD.

Palabras Claves: Análisis geoespacial, Infraestructura de datos espaciales, Ingeniería de software, Sistemas basados en localización, Sistema de información geográfico.

ABSTRACT

The geographic information systems have become today an important tool for analysis and interpretation of the territorial component and the spatialization of data. This research connotes and important to underscore the impact and importance of GIS in society and the contributions that can potentially be achieved in social issues. It is a description of the main features of these systems and the benefits that arise when working with Open Source technologies is presented, highlighting the importance of implementing technological infrastructures GIS , expressed in services such as design pattern, which support integration with GIS Web applications using LBS and underpin the development of software for the management and control of spatial information related to issues of social and territorial development, specifically the inventory and characterization of landslide phenomena as an application of disaster risk management .

As a result of following the proposed methodology is implemented and structure of a Geographic Information System (GIS) and spatial data infrastructure (IDEs), expressed in “services” as pattern design, structured on a technology platform Open Source, architecture implemented with bases relational data with spatial extension, as manager database system, Apache/tomcat web server and map server. The first allows you to create maps from existing spatial data in digital format; the second interaction between the application and a browser and the subsequent publication and consultation of geo-referenced information on the Internet using the HTTPD protocol.

Keywords: Geospatial analysis, spatial data infrastructure, software engineering, Location Based Systems, Geographic Information System.

I. INTRODUCCIÓN

El presente artículo, destaca la importancia y plantea cómo los sistemas de información geográfica han influido de manera significativa en la solución de las problemáticas ambientales, a través de la utilización y aplicación de procesos de software en el desarrollo e implementación de sistemas de información geográfica, tecnologías Open Source, y el seguimiento de la normalización de información geográfica propuesta por el Comité Técnico de Normalización de Información Geográfica (CTN 028) [1], y la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales, con secretaría técnica ejercida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) [2] y apoyado por la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) [3], a partir a partir de la adopción de estándares del Comité Técnico de la ISO para sistemas de información geográfica (ISO/TC 211)[4].

Es así como se obtiene como resultado de la investigación la implementación de una infraestructura tecnológica GIS expresada en servicios como patrón de diseño, que soporta la integración con aplicaciones Web GIS utilizando LBS (Location Based Services) [5] para el inventario y caracterización de fenómenos de remoción en masa, de fácil uso e implementación, de bajo costo, que permite utilizar la cartografía almacenada en diferentes formatos y sistemas de almacenamiento y los expone como productos cartográficos en un ambiente web que incrementa las posibilidades de su uso y el intercambio de información geográfica, accesible desde cualquier dispositivo, tanto para la visualización como para la captura de datos a través de los servicios basados en localización (LBS), al contar con una arquitectura ágil para visualizar, mapear, analizar y compartir información geográfica.

A. Planteamiento del problema

En cuanto al dominio del problema desafortunadamente, la

aplicación de tecnologías SIG en las temáticas socio-ambientales ha sido reducida, se ha enfocado en áreas catastrales, de transporte, y marketing y no a la consolidación de sistemas que ubiquen espacialmente y caractericen los grupos de población afectados por problemáticas como las abordadas en la presente investigación.

Se reconoce que existen desarrollos importantes de SIG y gran cantidad de información asociada al dominio del problema, pero ella se encuentra dispersa, asociadas al fenómeno ya ocurrido, en algunos casos obsoleta, sin el cumplimiento de las normas y técnicas propuestas por el Comité Técnico de Normalización de Información Geográfica –CTN 028 a partir de la adopción de Estándares del Comité Técnico ISO/TC 211.

Según lo anterior resulta de extrema importancia implementar una infraestructura tecnológica GIS expresada en servicios como patrón de diseño, que soporte la integración con aplicaciones Web GIS utilizando LBS (Location Based Services) en el dominio de la gestión del riesgo ambiental, de fácil implementación, de bajo costo, que permita tomar la cartográfica almacenada en diferentes formatos y sistemas de almacenamiento y exponer estos productos cartográficos en un ambiente web que incrementen las posibilidades de uso de los mismos, que garantice el intercambio de información geográfica, obteniendo de esta forma una mayor interoperabilidad entre las partes que usan los productos cartográficos, fácil de usar y accesible desde cualquier dispositivo, tanto para la visualización como para la captura de datos a través de los servicios basados en localización (LBS), al contar con una arquitectura ágil para visualizar, mapear, analizar y compartir información.

B. Objetivo general y específicos

General

Implementar una infraestructura tecnológica GIS expresada en servicios como patrón de diseño, que soporte la integración con aplicaciones Web GIS utilizando LBS.

Específicos

- Caracterizar y seleccionar la infraestructura tecnológica basada en software libre, adecuada para la implementación de geographic information system (GIS) expresada en servicios.
- Desarrollar una AppWeb GIS utilizando LBS (Location Based Services), para el inventario y caracterización de fenómenos de remoción en masa.
- Implantar y adaptar la infraestructura tecnológica expresada en servicios, como soporte al inventario y caracterización de fenómenos de remoción en masa.
- Integrar el desarrollo AppWeb GIS-LBS, con la infraestructura tecnológica GIS expresada en servicios.

II. METODOLOGIA

A. Tipo de investigación

La investigación presenta una postura racionalista (la razón en la adquisición del conocimiento) y cuantitativa, basada en el principio de investigación aplicada (Teórico - práctica) circunscrita al área disciplinar de Informática y geografía temática. Racionalista en cuanto a los métodos de superposición temática de capas ya que es el primer paso en la difusión de procedimientos de análisis espacial que favorece el desarrollo conceptual de una lógica de pensamiento espacial y cuantitativa en cuanto al tratamiento numérico de las bases de datos, debido a que en el interior de un mapa, las categorías de una variable tienen relación entre ellas simplemente por ser diferentes, establecen una situación de orden o establecen una situación de proporcionalidad (cuantitativas).

B. Fases de la investigación

La presente investigación sigue el método de investigación propuesto por Buzai y Baxendale [6], quienes proponen abordar la investigación científica para temas relacionados con Geografía Aplicada basada en el uso de Sistemas de Información Geográfica a través de la definición de cinco fases secuenciales con sus correspondientes componentes (Tabla 1).

Tabla 1
Fases y componentes del proceso investigativo en el desarrollo SIG

#	Fase	Componente
1	Conceptual	Marco epistémico Base empírica Zona teórica Prácticas geográficas Definición del objeto modelo conceptual
2	Conceptual-metodológica	Antecedentes teóricos y metodológicos Alcances teóricos y metodológicos de la investigación Título de la investigación Hipótesis Objeto modelo operacional Cronograma de tareas
3	Metodológica-técnica	Definición de tareas y técnicas Recolección y sistematización de datos Procesamiento de los datos Obtención de resultados
4	Validación y elaboración teórica	Análisis e interpretación de los resultados Validación de Hipótesis Modelo Explicativo de la Realidad
5	Transferencia	Transferencia para la investigación y docencia Transferencia para la planificación y gestión

Fuente: Recuperada de Buzai y Baxendale [6].

C. Diseño metodológico

Para la concreción del diseño metodológico, en la fase Metodológica-Técnica de la investigación se recurrió inicialmente a la ingeniería de software como disciplina de las ciencia de la computación, que ofrece conocimientos, técnicas y métodos para llevarlo a cabo, Gómez y Quiroga [7], indican que el que más se

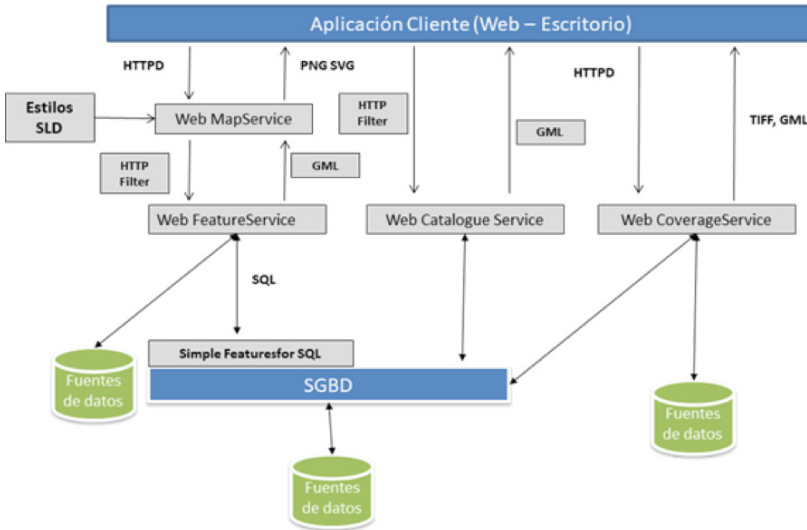
ajusta al proceso particular de desarrollo de proyectos SIG, es el evolutivos tipo espiral o de cuarta generación como Proceso Unificado (UP) [8], apoyando esta afirmación el IGAC, propone la metodología de desarrollo de software – MDS IGAC [9], la cual está enmarcada por el UP, y este a su vez dirigido por casos de uso, centrado en la arquitectura y las llamadas metodologías ágiles, a su vez se apoya en el lenguaje de modelado unificado (UML) [10] como herramienta de modelado para especificar, construir, visualizar y documentar los artefactos del sistema de información a desarrollar.

En cuanto a la implementación de la infraestructura tecnológica GIS expresada en servicios como patrón de diseño, se construye tal como lo indica el IGAC [11], lo que permiten resolver problemas complejos de planificación y gestión, utilizando una gama de métodos de consulta y análisis, así como funciones de visualización de los datos geográficos, por lo que son tecnologías con capacidades para analizar, predecir, diseñar, monitorear y hacer seguimiento [12], acciones que involucran la generación de escenarios y la evaluación de alternativas en temas particulares, enmarcadas por el software libre y Open Source.

Para dar solución al problema del no seguimiento de los estándares internacionales para el desarrollo de software geográfico, se recurre a los estándares propuestos por la Fundación para el Código Abierto Geoespacial - Open Source Geospatial Foundation (OSgeo) [13], con el objetivo de garantizar la adopción de las especificaciones del OGC [14] y de las normas ISO/TC 211.

Los servicios y estándares empleados [15] en el desarrollo de la investigación se resumen en la figura 1.

Figura 1. Servicios y Estándares OGC.



Para generar interoperabilidad entre el desarrollo de la AppWeb GIS utilizando LBS, independientemente de sus propiedades y de los sistemas operativos sobre las que se instalen, además de permitir que servicios y software de diferentes fuentes sean combinados para proveer servicios integrados, tal como lo indica la ICDE [16] se recurre a los servicios web geográficos o geoservicios.

En cuanto a la persistencia de los datos se hace uso de las bases de datos geográficas que añaden soporte de objetos geográficos a la base de datos y permite insertar, actualizar y borrar elementos en un mapa, mediante el servicio WFS-T (WFS-Transaccional).

Para representar la información obtenida de datos espaciales, se recurre al modelo vectorial que organiza los datos en bases de datos relacionadas y a partir de esto permite trabajar digitalmente utilizando las tres entidades gráficas que se usan para la confección de mapas: puntos, líneas y polígonos [17].

Por último, se hace énfasis en que la arquitectura está basada en el patrón de diseño modelo/vista/controlador (MVC) es cual es

muy útil para el desarrollo de aplicaciones web, ya que separa la información, la presentación de esa información y el estado de la aplicación.

D. RESULTADOS

A. Caracterización y selección de infraestructura SIG.

Después de realizar los planteamientos teóricos necesarios, se identifican y describen componentes y estándares de manejo de información geográfica, para la selección de la infraestructura tecnológica basada en software libre adecuada para la implementación de geographic information system (GIS) expresada en servicios”, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Cumplimiento de estándares, licenciamiento y adaptabilidad al problema, lo cual permite seleccionar al menos tres servidores de mapas que cumplen con los aspectos indicados para su selección (Tabla 2).

Tabla 2
Comparación de Mapserver, Geoserver y Deegree

Categoría	MapServer	GeoServer	Deegree
Website	http://www.mapserver.org	http://geoserver.org	http://www.deegree.org
Sistema Operativo Soportado	Windows, Linux, Mac OSX	Windows, Linux, Mac OSX	Windows, Linux
Licencia	Open Source (Estilo MIT)	Open Source (GPL2)	Open Source (LGPL)
Formatos de entrada soportados	<ul style="list-style-type: none"> • Vector: shapefile, TIGER, etc. • Raster: TIFF, GeoTIFF, JPEG, GIF, PNG, etc. • Databases: Microsoft SQL, Oracle, PostGIS/PostgreSQL, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vector: shapefile, TIGER, etc. • Raster: TIFF, GeoTIFF, JPEG, GIF, PNG, etc. • Databases: Microsoft SQL, Oracle, PostGIS/PostgreSQL, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vector: shapefile, TIGER, etc. • Raster: TIFF, GeoTIFF, JPEG, GIF, PNG, etc. • Databases: Microsoft SQL, Oracle, PostGIS/PostgreSQL
Estándares/ Web services OGC	<ul style="list-style-type: none"> • WMS • WFS • WCS 	<ul style="list-style-type: none"> • WMS • WFS • WCS 	<ul style="list-style-type: none"> • WMS • WFS • WCS

Fuente: Investigación propia.

La selección de un servidor de mapas no necesariamente da solución al problema de investigación, por lo tanto, se escala a una solución tipo IDE (Infraestructura de Datos Espaciales), basada en un servidor de mapas, la mejor alternativa evaluada es, entonces seleccionar Geoserver en su versión IDE, lo cual corresponde a OpenGeo Suite.

B. OpenGeo Suite como Infraestructura tecnológica.

“OpenGeo Suite es una plataforma geoespacial completa para la gestión de mapas y aplicaciones a través de navegadores web, equipos de escritorio y dispositivos móviles [Con arquitectura Cliente/Servidor y orientado a servicios]. Construido sobre código abierto, cuenta con una arquitectura robusta y flexible que permite gestionar y publicar datos geoespaciales fácilmente” en [18].

OpenGeo se construye sobre PostGis, una base de datos espacial; GeoServer, un servidor de datos y mapas compatible con los estándares; GeoWebCache, un acelerador de la visualización de los mapas y servidor de los mosaicos de mapas; y GeoExt, un cliente API de mapas construido sobre OpenLayers.

C. Modelo de implementación

El diseño arquitectónico se materializa en un sistema de software que tiene como última representación el código fuente de los componentes de la App Web GIS – LBS, la instalación y configuración de la infraestructura tecnológica GIS expresada en servicios como patrón de diseño y la integración entre estas.

Acompaña el código fuente, los elementos de soporte necesarios para realizar la construcción de los componentes, de manera que facilite su uso, su escalabilidad y mantenimiento, por lo tanto, una vez analizados los requisitos funcionales y no funcionales, se implementa una herramienta como aplicación web por su orientación a múltiples usuarios, indiferente de las máquinas donde se ejecute y a la localización geográfica de contenidos.

De manera adicional se desarrolla un componente standalone LBS, para dispositivos móviles Android, esto como herramienta de apoyo opcional en la recolección de datos, dado el caso de no contar con GPS, los dispositivos móviles puedan actuar como tal.

- **Componentes App Web GIS – LBS**

Interfaz captura de datos y Visualización de imágenes y geodatos: La figura 2 muestra la interfaz para capturar los datos al momento de agregar o modificar un registro, en el caso de tener muchos campos se realizan separaciones mediante TAB'S, los objetos gráficos se visualizan tal como lo indica la figura 3.

Figura 2. Interfaz captura de datos

Caracterización de Fenomenos de Remoción en Masa

[Inventario de Fenomenos](#) / [Editar](#)

Inf. General Morfometría del fenomeno Descripción de Materiales Clasificaci

Textura Limosa

Color Negro

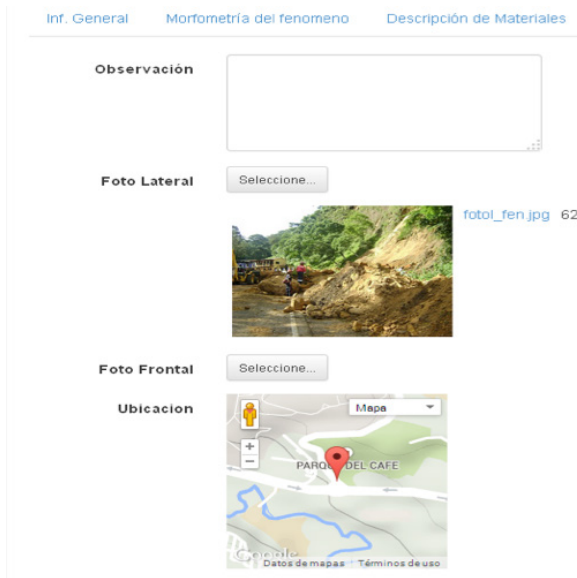
Origen Oxidante

Geología del Fenomeno Uso del Suelo Causas Antropicas Causas Naturale:

Geología	Material	Submaterial	niv mat I
Suelo	Otros Transportados	Seleccione	
+		Seleccione Aluviales Coluviales Torrenciales	

Grabar

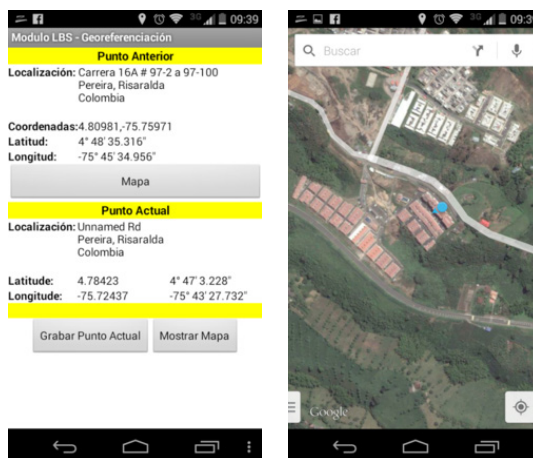
Figura 3. Visualización de imágenes y geodatos



- **Componente App Móvil LBS**

Interfaz App Móvil LBS: Permite la georeferenciación de los fenómenos de remoción en masa (figura 4) utilizando dispositivos móviles con sistema operativo Android.

Figura 4. Interfaz App Módulo LBS



D. Integración AppWeb GIS - LBS, con la infraestructura tecnológica.

La integración entre la App Web GIS y la infraestructura de datos espaciales, tiene como núcleo fundamental 2 componentes así:

- **Conversión de coordenadas geográficas a grados decimales**

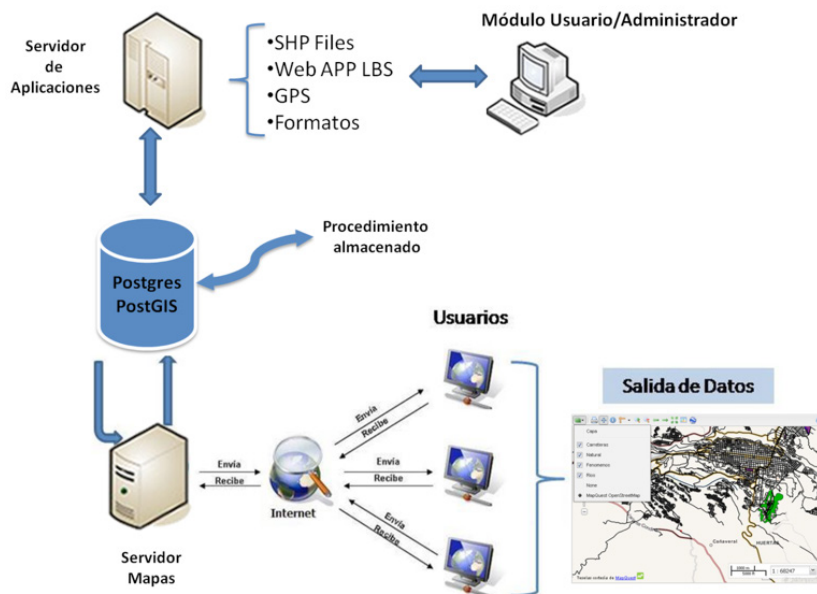
El sistema de coordenadas NAD27 es el que se utiliza en la actualidad en materia de autorizaciones de radiodifusión y aplicaciones como los sistemas de información geográficos y las bases de datos georreferenciada (PostgreSQL + PostGIS), por lo tanto, cada vez que se obtenga un punto georeferenciado (NAD83) con coordenadas geográficas (latitud y longitud) se debe convertir a grados decimales (NAD27).

- **Creación de geometrías espaciales.**

Una vez convertidas las coordenadas geográficas a coordenadas decimales, están se almacenan en un campo que es un objeto geométrico tipo POINT con sistemas de coordenadas WG84

o SRID 4326, esto garantiza que la infraestructura de datos espaciales pueda suministrar datos espaciales al visor geográfico y este a su vez los muestre en la ubicación correcta, la integración se puede visualizar en la figura 5.

Figura 5. Integración AppWeb e IDE



CONCLUSIONES

- La correcta caracterización y selección de OpenGeo Suite como infraestructura de datos espaciales basada en servicios como patrón de diseño, y el cumplimiento de los estándares internacionales propuestas por la ISO/TC 211 y la OGC, facilitan el intercambio de productos y servicios mediante la eliminación de las barreras técnicas, garantiza la interoperabilidad de bases de datos, de fácil integración con la AppWeb GIS desarrollada y futuras aplicaciones.

- El estricto seguimiento de los estándares nacionales e internacionales propuestos por la ISO/TC 211, en el transcurso de la investigación permite el cumplimiento de los objetivos generales del comité técnico colombiano de infraestructura de datos espaciales como:

- o Incrementar la comprensión y el uso de la información geográfica

- o Incrementar la disponibilidad, acceso, integración y distribución de la información geográfica

- o Promover el uso eficiente, eficaz y económico de la información geográfica digital y los sistemas de hardware y software relacionados

- o Contribuir a un enfoque unificado para solucionar los problemas ecológicos y humanitarios globales.

- El uso de patrones de diseño, como el patrón arquitectónico MVC (Model-View-Controller) y los patrones adecuados en cada una de las capas (Transfer Object, Data Access Object, Abstract Factory, GRID Component), facilitó la implementación de la infraestructura de datos espaciales, el desarrollo de la AppWeb GIS - LBS y su posterior integración.

- La utilización de la tecnología RAD (Rapid Application Development) para el desarrollo de la AppWeb GIS y el módulo Móvil LBS, permitió un desarrollo de alta calidad en tiempo record con todas las funcionalidades requeridas y determinadas en los RF (Requisitos Funcionales).

- Un aspecto importante es que para la visualización de datos Geoespaciales el visor gráficos se comunica con los servicios web a través de estándares (WFS), hace uso de estándares de estilos (SLD) y filtros (FLD), todos ellos transparentes a los usuarios finales, garantizando que el mantenimiento y escalabilidad, permite que los usuarios interactúen con los datos espaciales

generados de manera sencilla e intuitiva y que los desarrolladores se preocupen por la lógica del negocio y no por la visualización de datos geoespaciales

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Comité Técnico de Normalización de Información Geográfica, [En línea]. Available: http://www.icde.org.co/sites/default/files/PNIG_V1.0_2010.pdf.
- [2]. Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC, [En línea]. Available: <http://www.igac.gov.co>
- [3]. Infraestructura Colombiana De Datos Espaciales. [En línea]. Available: <http://www.icde.org.co/quienes-somos/-que-es-la-icde>.
- [4]. International Organization For Standardization. ISO/TC211. Geographic Information/Geomatics. [En línea]. Available: <http://www.isotc211.org>
- [5]. Joost Koppers. “Location Based Services, Een algemeen model voor de keuze tussen locatiebepalingstechnieken”. Nijmegen, 2013, p. 20 Tesis (Informatics for Technical Applications). University of Nijmegen. Computing Science Department.
- [6]. G, Buzai y C, Baxendale, Análisis Socio espacial con Sistemas de Información Geográfica. Buenos Aires: Lugar Editorial, 2006. 397p.
- [7]. J, Gómez y V, Quiroga Arciniega, “Sistemas de información geográfica”. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Ediciones UIS. 2005. 173p

- [8]. I. Jacobson; G. Booch,;J. Rumbaugh, “El Proceso Unificado de Desarrollo de Software”. Pearson Addison-Wesley. Madrid. (2000). 458 p.
- [9]. Instituto GeograficoAgustin Codazzi (IGAC), “Metodología de desarrollo de Software”. [Online]. Available: <http://geoservice.igac.gov.co/mds/igac/>
- [10]. Object Management Group (OMG), Introduction to OMG’s Unified Modeling Language (UML). Versión 2, Julio de 2005. [Online]. Available: http://www.omg.org/gettingstarted/what_is_uml.htm
- [11]. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Conceptos básicos sobre sistemas de información Geográfica y aplicaciones en Latinoamérica (2005).
- [12]. M. Goodchild. “The use cases of digital earth”, International Journal of Digital Earth. Vol.1, No. 1, p. 31-42. (2008). Taylor & Francis Group. ISSN 1753-895. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1080/17538940701782528>
- [13]. Open Source Geospatial Foundation - (OSGEO), Fundación para el código abierto geoespacial. [Online], Available: <http://www.osgeo.org/>
- [14]. Open Geospatial Consortium (ORC), About ORC. [Online]. Available: <http://www.opengeospatial.org/ogc>
- [15]. Standards and Supporting Documents: Open Geospatial Consortium (ORC), [Online]. Available: <http://www.opengeospatial.org/standards>
- [16]. Infraestructura Colombiana De Datos Espaciales, Wiki: Geoservicios. [Online]. Available: [http://www.icde.org.co/web/guest/wiki/-/wiki/Wiki de la ICDE/Geoservicios](http://www.icde.org.co/web/guest/wiki/-/wiki/Wiki%20de%20la%20ICDE/Geoservicios)

[17]. Information/Geomatics, Guía de normas. International Organization For Standardization. Geographic (ISO), [Online]: (2014). Available: http://www.isotc211.org/Outreach/ISO_TC_211_Standards_Guide_Spanish.pdf.

[18]. Opende Suite, Boundless. Versión 4.1.1. [Online]. Available: <http://boundlessgeo.com/solutions/opende-suite/>

22

CAPÍTULO VEINTIDOS

Impacto de las muertes por violencia en la esperanza de vida en Colombia

Impact of violence deaths on life expectancy in Colombia

Ángela María Rincón-Hurtado
Fundación Universitaria del Área Andina
amrincon@areandina.edu.co
Guillermo Julián González Pérez
Universidad de Guadalajara, México
ggonzal56@gmail.com
Carlos Andrés Fandiño Lozada
Universidad del Valle, Cali

RESUMEN

Introducción: la violencia en sus diferentes formas es un problema de salud pública, con repercusiones en la salud de las personas, el bienestar, la productividad y el desarrollo socio económico, además de su impacto en la reducción de la esperanza de vida de la población.

Objetivo: Determinar el impacto de las muertes por violencias en la Esperanza de Vida en Colombia, durante los trienios 2003-2005 y 2013-2015, comparado con otras causas de muerte seleccionadas.

Metodología: Estudio observacional, de carácter transversal y descriptivo, basado en fuentes secundarias de información de datos oficiales sobre defunciones y población, se construyeron tablas abreviadas de mortalidad por sexo y grupos de edad para Colombia en los trienios propuestos. Se calcularon la esperanza de vida temporaria y los años de Años de Esperanza de Vida Perdidos en el grupo etario de 0 a 80 años, por causas seleccionadas.

Resultados: Las muertes por causas violentas, provocaron alrededor del 16% de los Años de Esperanza de Vida Perdidos (AEVP), en las edades entre los 0 a 80 años, principalmente en hombres en 2013-2015, destacándose los homicidios como la causa que generó el mayor porcentaje de AEVP masculinos, con 1.5 años. Entre 2003-2005 y 2013-2015, se observó un incremento de la esperanza de vida temporaria en ambos sexos, siendo más relevante en el sexo masculino con un aumento de 2.6 años.

Conclusión: Los datos obtenidos en este estudio indican que, aunque se ha venido experimentando una reducción en las tasas de mortalidad por todas las causas, las muertes por violencias tuvieron un gran impacto en la esperanza de vida en el país por una mayor acumulación de Años de Esperanza de Vida Perdidos especialmente por homicidios en hombres jóvenes, similar a lo reportado por otros autores.

Palabras clave: Violencia, Esperanza de vida, Mortalidad, Homicidios.

ABSTRACT

Introduction: violence in its different forms is a public health

problem, with repercussions on the health of people and the structure of health expenditures, welfare, productivity and socio-economic development, as well as its impact on the reduction in the life expectancy of the population.

Objective: Determine the impact of deaths to violence on life expectancy in Colombia, during the trienniums 2003-2005 and 2013-2015, compared to other selected causes of death.

Methodology: observational, cross-sectional and descriptive study, based on secondary sources of official information on deaths and population, abbreviated mortality tables were constructed by sex and age groups for Colombia in the proposed three-year periods. It is calculated on the life expectancy and the Years of Life Expectancy Lost in the age group from 0 to 80 years, for selected causes.

Results: Deaths due to violent causes, caused around 16% in years of life expectancy lost (YLEL), in the ages between 0 to 80 years, mainly in men in 2013-2015, highlighting the homicides as the cause that generated the highest percentage of male AEVP, with 1.5 years. Between 2003-2005 and 2013-2015, an increase in the temporary life expectancy was observed in both sexes, being more relevant in the male sex with an increase of 2.6 years.

Conclusion: The data obtained in this study indicate that, although there has been a reduction in mortality rates from all causes, deaths due to violence had a great impact on life expectancy in the country due to a greater accumulation of Years of Life Expectancy Lost especially for homicides in young men, like that reported by other authors.

Keywords: Violence, Life expectancy, Mortality, Homicide.

INTRODUCCIÓN

La violencia definida como la intención de hacer daño físico,

emocional o psicológico a otra persona, es un fenómeno social reconocido como un grave problema de salud pública de proporciones endémicas que contribuye al deterioro de la calidad de vida, aumenta la carga de muertes prematuras, lesiones y discapacidad en la población, con una mayor repercusión en los países de ingresos bajos y medianos. Las muertes por homicidios, suicidios y accidentes de transporte, entre otros, representan las formas de violencia más visibles en la sociedad por su alto impacto en términos de años de vida perdidos, probabilidad de victimización, cantidad de bienes perdidos y gastos en seguridad pública, privada y del sistema de justicia (OPS, 2002; Barreira, C., 2013; Jaitman, 2017).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que un índice de 10 o más homicidios cada cien mil habitantes es una característica de la violencia endémica. Se estima que en 2012 casi medio millón de personas (475.000) murieron por homicidios en todo el mundo, si bien la tasa promedio global fue de 6.2 homicidios cada cien mil habitantes, por regiones, las Américas registra un promedio cuatro veces mayor, lo que equivale a 28 víctimas cada cien mil personas, seguida por África con una tasa de 11 homicidios cada cien mil habitantes. En Europa y Oceanía la tasa es de 3 homicidios cada cien mil habitantes y en Asia es de 2 (OMS, 2014; UNODC, 2013; Jaitman, 2015).

Colombia, es considerado uno de los países que reporta mayores tasas de mortalidad por violencia de manera sostenida en los últimos diez años, principalmente homicidios, con una tasa que pasó de 65.5 a 42.5 entre 1999 y 2009 cada cien mil personas y ocupa el cuarto lugar en cuanto a la distribución de los registros por ésta causa en el mundo (13.343 muertes en 2014), lo que genera un alto impacto en la salud de la población (Banco Mundial, 2014; UNODC, 2016).

Aunque en los últimos 20 años la Esperanza de Vida al Nacer (EVN) aumentó de 65.3 años en 1990 a 71.5 años en casi todos los países del mundo para ambos sexos, con un incremento en 6.6 años para las mujeres y 5.8 años para los hombres. En el

mismo periodo el número de muertes a nivel mundial aumentó desde 47.5 millones a 54.9 millones, aunque disminuyeron las tasas de mortalidad estandarizadas por edad. Las muertes mundiales por lesiones aumentaron en un 10.7%, pasaron de 4.3 millones de muertes en 1990 a 4.8 millones en 2013; pero las tasas estandarizadas por edad disminuyeron un 21% en el mismo período (Abubakar, 2015; Wang, H, 2016).

En el caso particular de Colombia, la EVN ha crecido de manera sostenida al igual que en otros países de América latina, pasó de 70.9 años en el año 2000 a 73.9 años en el 2015, con un promedio de 69.15 años en hombres y 76.42 años en mujeres y una ganancia media anual de 0.28 años en los hombres y 0.21 años en las mujeres (Ministerio de Salud, 2015). Sin embargo, las causas de mortalidad como violencia interpersonal, diabetes, accidentes de tráfico, cardiopatía isquémica y accidentes cerebrovasculares representaron las causas principales de Años de Vida Potenciales Perdidos (AVPP) y de Años de Vida Ajustados por Discapacidad (AVAD) en los últimos años (Acosta, 2014).

Entre 2005 y 2013 en el país, las muertes por causas externas se ubicaron en el cuarto lugar de frecuencia de mortalidad. Entre las que se destacan los accidentes de transporte terrestre, que generaron el 18.8% (50.314) de todas las muertes en ese grupo, con una tasa de 13 muertes cada cien mil habitantes, seguido por los homicidios que provocaron el 6.5% (17.310) del total de muertes; y los eventos de intención no determinada que causaron 5 muertes cada cien mil habitantes (Ministerio de Salud, 2015). Por su parte, los suicidios, reportaron una tasa ajustada de 4.6 muertes cada cien mil habitantes, con predominio en la población entre los 20 a 34 años, solteras y residentes en áreas urbanas. El mayor número de AVPP por causas violentas, fue debido a violencia interpersonal con un aporte de 17.6% de años perdidos, principalmente entre los 20 y 29 años. Para todas las maneras de muerte el mayor número AVPP se concentró en los hombres con un 80% del total de años perdidos, indistintamente del grupo de

edad al que pertenecen (FORENSIS, 2016).

Existen múltiples formas de abordar y entender la violencia. Diversos estudios en el ámbito internacional han evaluado un heterogéneo rango de metodologías para valorar el aporte de las muertes violentas a las variaciones en la esperanza de vida como un indicador global importante en la estimación de los niveles de salud y de calidad de vida de la población (Abeldaño, 2012; Agudelo-Botero, 2014; Freitez, 2014). En el país, hay un gran número de trabajos científicos e informes gubernamentales, que han analizado desde distintas perspectivas y disciplinas las implicaciones de las muertes violentas en la población colombiana a nivel nacional y departamental, principalmente estudios descriptivos sobre la tendencia de la violencia homicida, suicidios y accidentes de tránsito que comparan datos desde 1973 y la más reciente incluyó el 2012 (López, 2008; Moreno C, 2011; Chaparro-Narváez, 2016).

Sin embargo, son pocas las investigaciones desde el punto de vista de la esperanza de vida (Dávila-Cervantes, 2014) el cual es un indicador del nivel de salud de la población reconocido internacionalmente, que resume el comportamiento de la mortalidad sin estar afectado por la estructura de edades de la población, de manera que es más acertado para hacer comparaciones en el tiempo o entre grupos, lo que permite reflejar las condiciones de vida de los habitantes de un territorio determinado (Arriaga, 1996).

Bajo este panorama, con esta investigación se pretendió determinar el impacto de las muertes por violencias en la esperanza de vida entre los 0 y 80 años, ocurridas en el período 2003-2005 y 2013-2015 en Colombia. En ese sentido, en el abordaje de este estudio se encuentra una descripción de las muertes violentas y otras de las principales causas de mortalidad en el país, durante el periodo de estudio relacionados con la esperanza de vida en personas entre 0 y 80 años y los Años de Esperanza de Vida Perdidos (AEVP), que

permita la comprensión o generación de interrogantes en relación con el comportamiento de la violencia como un fenómeno que requiere múltiples miradas y en un periodo más reciente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se diseñó un estudio de corte transversal descriptivo, basado en fuentes secundarias de información de todas las defunciones no fetales ocurridas en el territorio nacional registradas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), discriminadas por sexo, grupos de edad quinquenales de 0 a más de 80 años, Departamento de residencia del fallecido y causas de muerte seleccionadas a partir del listado 6/67 de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) que recoge en seis grandes grupos y un residual de 67 subgrupos de diagnósticos agrupados según la Clasificación Internacional de Enfermedades CIE10., en los trienios 2003-2005 y 2013-2015. Se excluyeron del análisis las defunciones con sexo y departamento de residencia del fallecido desconocido y las de residentes en el extranjero. La elección de los trienios responde a la posibilidad de comparar la situación más reciente del país con lo sucedido 10 años atrás. Se analizaron todas las defunciones, por lo tanto no se aplicó ningún método de muestreo.

Los datos de población se obtuvieron a partir de las estimaciones de población 1985-2005 y proyecciones de población 2005-2020 nacional y departamental desagregado por sexos y grupos quinquenales de edad elaboradas por el DANE, actualizadas en mayo de 2011 (DANE, 2011).

Para los propósitos de este trabajo, se consideraron muertes por violencias intencionales y muertes por violencias no intencionales. Para las violencias intencionales se tuvieron en cuenta aquellas debidas a violencia interpersonal: agresiones (homicidios), inclusive secuelas (X85-Y09. Y87.1); la violencia autoinfligida:

lesiones autoinfligidas intencionalmente (suicidios), inclusive secuelas (X60-X84. Y87.0); y la violencia colectiva: intervención legal y operaciones de guerra, inclusive secuelas (Y35-Y36. Y89.0-Y89.1); además de los eventos de intención no determinada, inclusive secuelas (Y10-Y34. Y87.2); y respecto a la violencia no intencional, se consideraron los accidentes de transporte terrestre, inclusive secuelas (V01-V89. Y85.0) y los otros accidentes, inclusive secuelas (W20 - W23, W35 - W64, W75 - W99, X10 - X39, X50 - X59, Y86, Y89.9).

Además se analizaron otras de las principales causas de muerte en el país: enfermedades transmisibles (A00-B99, G00-G03, J00-J22, P35.0); tumores malignos (C00-C97.1); Diabetes Mellitus (E10-E14); enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25); enfermedades cerebrovasculares (I60 - I69) y Resto (D00-D89, E00-E09, E15-E99, F00-F99, G04-G98, H00-H95, I00-I15, I26-I51, I70-I99, J30-J98, K00-K92, L00-L98, M00-M98, N00-N99, O00-O99, P00-P99, Q00-Q99, R00-R99).

Las variables se describieron mediante frecuencias, porcentajes, medidas de tendencia central y dispersión. Posteriormente, se compararon los porcentajes de defunción de los diferentes grupos de edad. En la construcción de tablas de mortalidad trienales se siguió el modelo oeste de las tablas de vida, recomendado para países con niveles de mortalidad semejantes al de Colombia y para el cálculo de la Esperanza de Vida, su descomposición y los Años de Esperanza de Vida Perdidos (AEVP), la metodología Arriaga. Se empleó el programa EPIDAT v3.1[®]. A partir de las tablas de vida, se empleó el método propuesto por Arriaga E. (1984) y se calcularon tanto la Esperanza de Vida Temporal entre 0 y 80 años, que representa una medida de variación de la mortalidad, como los AEVP entre las dos edades por las causas seleccionadas y grupos de edad en cada trienio (Coale A, 1966; Arriaga, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mortalidad general por grandes causas según lista 6/67 OPS, 2003-2005 y 2013-2015

Según la lista 6/67 de la OPS para la tabulación de datos de mortalidad, entre los seis grandes grupos de causas a nivel nacional durante el periodo analizado para el total de la población colombiana, las que tienen las mayores participaciones son las enfermedades del sistema circulatorio en las que se observó un incremento de 21% (35.008) en los casos respecto al trienio anterior; seguido por todas las demás causas con un incremento de 23% (29.298) en los casos en el último trienio; las neoplasias también incrementaron el 32% (29.858) en el número de casos; mientras que en las causas externas se observó un descenso del 27% (29.139) en las muertes para 2013-2015 (tabla 1).

En cuanto a las enfermedades transmisibles, se aprecia un incremento en los casos de 3.8% (1.591) en el último trienio. Para las afecciones del período perinatal en 2013-2015 se registró una disminución de 5.992 casos, que representó una reducción del 32% en la tasa ajustada comparado con 2003-2005. Respecto a la evolución de las causas mal definidas, durante el periodo de diez años analizado, se presentó un incremento del 19.8% (1.926) en los casos en 2013-2015 (tabla 1).

Tabla 1. Defunciones (números absolutos y relativos) y tasas ajustadas de mortalidad (por 100.000 habitantes) según lista 6/67 OPS, 2003-2005 y 2013-2015 para Colombia.

Causas	2003-2005			2013-2015		
	Casos	%	Tasa	Casos	%	Tasa
Enfermedades sistema circulatorio	163.477	28.7	166	198.485	31.4	150
Todas las demás causas	129.771	22.8	127	159.069	25.1	119
Neoplasias	93.245	16.4	93	123.103	19.5	92
Causas externas	114.877	20.2	82	85.738	13.6	60
Enfermedades transmisibles	41.196	7.2	38	42.787	6.8	32
Afecciones periodo perinatal	17.648	3.1	12	11.656	1.8	8
Signos y síntomas mal definidos	9.754	1.7	9	11.680	1.8	9
Total	569.968	100	527	632.518	100	470

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Estadísticas Vitales-DANE. Tasa de mortalidad ajustada por edad cada 100.000 habitantes, usando la población estándar de la OMS.

Mortalidad según principales causas de muerte seleccionadas en 2003-2005 y 2013-2015.

Entre las doce causas seleccionadas para este análisis, las principales causas de mortalidad por violencias en ambos sexos son los homicidios, los accidentes de transporte, inclusive secuelas y los suicidios, en su orden respectivo. En cuanto a las muertes por violencias intencionales en hombres, representan más del 12% del total de mortalidad masculina en el periodo de diez años analizados, lo que corresponde al 22% (73.004) en 2003-2005 y al 13% (46.650) en 2013-2015. Frente a la violencia no intencional, en ambos trienios este tipo de causas aporta el 6% de la mortalidad masculina por causas seleccionadas (19.497 casos en 2003-2005 y 20.352 casos en 2013-2015). Mientras que, en las mujeres las violencias intencionales aportan el 4% (8.626) en 2003-2005 y el 2% (6.135) en 2013-2015 del total de las muertes femeninas. Para el caso de las violencias no intencionales, se observa que representan alrededor del 2% de la mortalidad en este sexo (5.569 casos en 2003-2005 y 478 casos en 2013-2015 (tabla 2).

Tabla 2. Defunciones (números absolutos y relativos) y tasas ajustadas de mortalidad por causas seleccionadas (por 100.000 habitantes), según sexo. Colombia 2003-2005 y 2013-2015.

Causas	Hombres		Mujeres	
	2003-2005	2013-2015	2003-2005	2013-2015
	Casos	Casos	Casos	Casos
Agresiones (homicidios) inclusive secuelas	61.154	36.569	5.662	3.424
Lesiones autoinfligidas (suicidios) inclusive secuelas	5.123	5.296	1.546	1.262
Eventos de intención no determinada, inclusive secuelas	5.107	4.358	1.290	1.396
Intervención legal y operaciones de guerra, inclusive secuelas	1.620	427	128	53
Accidentes de transporte terrestre	15.068	16.730	4.098	3.858
Otros accidentes, inclusive secuelas	4.429	3.622	1.471	922
Enfermedades Isquémicas del corazón	41.612	56.402	32.974	46.599
Tumores malignos	44.477	56.207	46.206	57.709
Enfermedades cerebrovasculares	18.936	20.064	22.528	23.500
Diabetes Mellitus	9.514	9.523	12.768	12.181
Enfermedades transmisibles	23.975	24.347	17.221	18.440
Resto	102.540	118.933	90.521	110.696
	%	%	%	%
Agresiones (homicidios) inclusive secuelas	18.3	10.4	2.4	1.2
Lesiones autoinfligidas (suicidios) inclusive secuelas	1.5	1.5	0.7	0.5
Eventos de intención no determinada, inclusive secuelas	1.5	1.2	0.5	0.5
Intervención legal y operaciones de guerra, inclusive secuelas	0.5	0.1	0.1	0
Accidentes de transporte terrestre	4.5	4.7	1.7	1.4
Otros accidentes, inclusive secuelas	1.3	1.0	0.6	0.3
Enfermedades Isquémicas del corazón	12.5	16	13.9	16.6
Tumores malignos	13.3	15.9	19.5	20.6
Enfermedades cerebrovasculares	5.7	5.7	9.5	8.4
Diabetes Mellitus	2.9	2.7	5.4	4.3
Enfermedades transmisibles	7.2	6.9	7.3	6.6
Resto	30.7	33.7	38.3	39
	Tasa	Tasa	Tasa	Tasa
Agresiones (homicidios) inclusive secuelas	102	51	9	5
Lesiones autoinfligidas (suicidios) inclusive secuelas	9	7	2	2
Eventos de intención no determinada, inclusive secuelas	3	1	0	0
Intervención legal y operaciones de guerra, inclusive secuelas	9	8	2	2
Accidentes de transporte terrestre	26	24	6	5
Otros accidentes, inclusive secuelas	8	6	2	1
Enfermedades Isquémicas del corazón	97	97	62	62
Tumores malignos	80	94	76	80
Enfermedades cerebrovasculares	43	34	42	32
Diabetes Mellitus	21	16	24	17
Enfermedades transmisibles	46	39	30	25
Resto	194	186	148	142

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Estadísticas Vitales-DANE. Tasas ajustadas de mortalidad cada 100.000 habitantes, usando la población estándar de la OMS.

Esperanza de Vida Temporal y Años de Esperanza de Vida Perdidos en personas de entre 0 y 80 años.

En la tabla 3, se muestran los AEVP en Colombia en los trienios estudiados, así como la EVT entre los 0 y los 80 años. A nivel nacional, en ambos sexos, se produjeron entre 9 AEVP en 2003-2005 y 7 AEVP en 2013-2015, debido a las muertes por todas las causas en personas entre 0 y 80 años, lo que significó una disminución porcentual anual en los AEVP del 45% para el periodo estudiado. Se observa que en el decenio estudiado se incrementó la EVT de ambos sexos, aunque el incremento más notable fue en el sexo masculino (2.6 años). Esto se corresponde con la disminución del número de AEVP tanto en hombres como en mujeres, en quienes se observa una reducción relativa mayor del 40% en ambos sexos. Por su parte, los AEVP en las mujeres presentaron un ligero descenso, pasando de 6.2 AEVP en el primer trienio a 4.8 AEVP en el segundo trienio. La EVT en las mujeres creció levemente 1.36 años en el mismo periodo.

Tabla 3. Esperanza de Vida Temporal (EVT) y Años de Esperanza de Vida Perdidos (AEVP) en personas entre 0 y 80 años, por sexo. Colombia, 2003-2005 y 2013-2015.

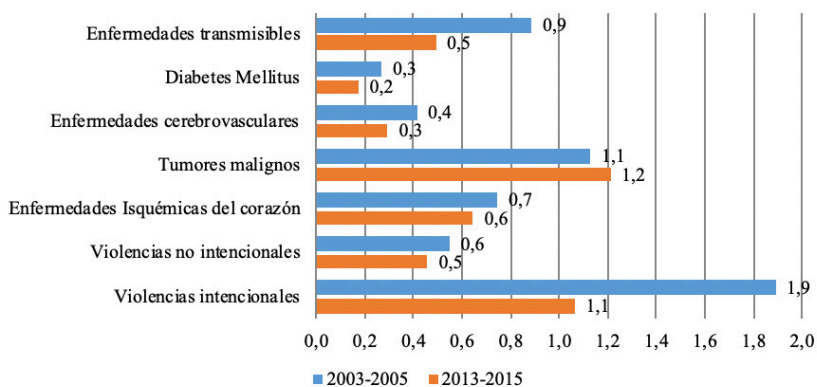
	EVT				AEVP			
	2003-2005	2013-2015	Cambio		2003-2005	2013-2014	Cambio	
			Absoluto 2003- 05/2013- 15	Relativo 2003- 05/2013- 15 (%)			Absoluto 2003- 05/2013- 15	Relativo 2003- 05/2013- 15 (%)
Colombia	71.3	73.4	2,1	2,9	8,6	6,6	-2,1	-49,3
Hombres	69.1	71,8	2,7	3,8	10,9	8,2	-2,6	-45,4
Mujeres	73.8	75,2	1,4	1,8	6,1	4,8	-1,4	-51,3

Abreviaturas: AEVP: Años de esperanza de Vida Perdidos; EVT: Esperanza de Vida Temporal.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos-DANE.

Los AEVP por muertes violentas a nivel nacional, aportaron el 24% del total en 2013-2015, con 1.6 años. Cuando se discriminan los AEVP entre 0 y 80 años en violencias intencionales y no intencionales para ambos sexos durante los dos trienios, se observa que éstas aportaron por AEVP una proporción mayor comparado con las enfermedades crónicas degenerativas y las enfermedades transmisibles analizadas en el periodo, especialmente, presentaron cifras mayores de AEVP en las edades entre 0 y 80 años, que las enfermedades isquémicas del corazón, enfermedades transmisibles y Diabetes Mellitus (gráfico 1).

Gráfico 1. Años de esperanza de Vida Perdidos (AEVP) a nivel nacional, según causas seleccionadas en ambos sexos 2003-2005 y 2013-2015.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos-DANE.

En términos generales se puede afirmar que, en ambos sexos en el segundo trienio, los AEVP para todas las causas estudiadas, son inferiores a los reportados en 2003-2005 y que el comportamiento de este indicador entre sexos en todas las enfermedades y el grupo resto de causa fue similar en el periodo de diez años estudiados, teniendo en cuenta que en las mujeres los AEVP fueron inferiores a los hombres (tabla 4).

En el sexo masculino, la mayor contribución a la disminución de los

AEVP en el periodo se dio principalmente por el comportamiento decreciente de las muertes por violencias masculinas en el último trienio. El grupo resto de causas, los homicidios y los tumores malignos fueron las principales causas que generaron AEVP en los hombres entre 0 y 80 años. Con respecto a los homicidios masculinos, si bien la tendencia ha sido hacia el descenso se puede observar que el número de AEVP es 11 veces superior a los femeninos en ambos trienios (tabla 4).

La mayor contribución de AEVP femeninos entre 0 y 80 años estuvo representado por el grupo resto de causas (39% en 2003-2005 y 40% en 2013-2015) y los tumores malignos que se ubicaron en segundo lugar (20% en 2003-2005 y 26% 2013-2015). En cambio, el peso de las violencias en los AEVP entre las mujeres es menor para todas las causas que el observado entre los hombres (10% AEVP en 2003-2005 y de 8% AEVP en 2013-2015). Las violencias intencionales aportaron en este sexo 6% de los AEVP en 2003-2005 y 5% de los AEVP en 2013-2015; al considerar las violencias no intencionales, aportaron el 4% de los AEVP femeninos en ambos trienios (tabla 4).

Tabla 4. Años de esperanza de vida perdidos (AEVP) por causas de muerte seleccionadas, en personas entre 0 y 80 años, por sexo. Colombia, 2003-2005 y 2013-2015.

	HOM	SUIC	EINoDet.	IL	Acc.TT	OtrosAcc.	EIC	TM	ECV	DM	ET	Resto
Hombres												
2003-2005	2,9	0,2	0,2	0,1	0,7	0,2	0,9	1,0	0,4	0,3	1,1	3,0
2013-2015	1,5	0,2	0,1	0,0	0,6	0,1	0,9	1,2	0,3	0,2	0,6	2,4
Cambio relativo anual (%) 2003-05/2013-15	-6,6	-1,2	-4,2	-15,6	-0,5	-3,9	-1,0	1,6	-2,8	-3,8	-5,7	-1,9
Mujeres												
2003-2005	0,3	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,6	1,3	0,4	0,3	0,6	2,4
2013-2015	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,5	1,3	0,3	0,2	0,4	1,9
Cambio relativo anual (%) 2003-05/2013-15	-6,3	-3,1	-2,6	-9,9	-2,1	-7,3	-2,0	-0,1	-4,1	-4,9	-6,4	-2,3

Abreviaturas: HOM: Homicidios; SUIC: Suicidios; EINoDet: Eventos de Intención no Determinada; IL: Intervención Legal y Operaciones de Guerra; Acc.TT: Accidentes de transporte Terrestre; OtrosAcc: Otros accidentes, inclusive secuelas; EIC: Enfermedades Isquémicas del Corazón; TM: Tumores Malignos; EVC: Enfermedades Cerebrovasculares; DM: Diabetes Mellitus; ET: Enfermedades Transmisibles.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos-DANE.

Numerosos estudios han documentado una disminución en los niveles relacionados con la mortalidad por violencia, particularmente por homicidios masculinos en todo el país en la última década (López, 2008; Dávila, 2014; Acosta, 2014), distinto a lo que ocurre en países como México, Brasil y Argentina donde se viene presentando un aumento de la violencia homicida, especialmente entre los jóvenes, en este mismo periodo (González-Pérez, 2017; Blaconá, 2016). Sin embargo, para el caso particular de Colombia, aunque la tasa de homicidio ha mostrado una tendencia decreciente en los últimos años, las cifras siguen siendo elevadas en hombres con una proporción de 10 a 1 respecto a las mujeres.

Entre las doce causas seleccionadas para este análisis, las principales causas de mortalidad por violencias en ambos sexos son los homicidios, los accidentes de transporte, inclusive secuelas y los suicidios, en su orden respectivo, con una proporción mucho mayor en hombres jóvenes, en edad laboral y productiva. En cuanto a las muertes por causas violentas en hombres, representan más del 12% del total de mortalidad masculina en el periodo de diez años analizados. Frente a las lesiones no intencionales, en ambos trienios este tipo de causas aporta el 6% de la mortalidad masculina. Mientras que, en las mujeres, las violencias intencionales y las no intencionales aportan el 4% y el 2% del total de las muertes femeninas. Lo cual coincide con hallazgos de otros autores, que pone de manifiesto la necesidad de tener una mirada diferencial de este fenómeno por género, ya que las dinámicas sociales, culturales y económicas dadas las distintas manifestaciones del crimen y la violencia.

Aunque la mortalidad por violencias ya sea intencionales o no intencionales, no se ubica dentro de los primeros lugares más frecuentes en el número absoluto de casos a nivel nacional, la carga de la mortalidad medida en AEVP pone de manifiesto a este tipo de causas como las primeras causas de mortalidad prematura y expone su mayor incidencia en hombres jóvenes, revelando el peso que genera la violencia interpersonal y la colectiva, en el capital y bienestar social.

En términos generales, los datos obtenidos por este estudio son coherentes con investigaciones en otros contextos, que han reportado una reducción en las tasas de mortalidad por muertes violentas y una mayor acumulación de AEVP, especialmente por homicidios en hombres jóvenes. Así mismo, el avance en las condiciones de vida de la población colombiana ha permitido evidenciar el incremento en la esperanza de vida y un notable descenso de la mortalidad, especialmente por enfermedades

transmisibles, tanto en hombres como en mujeres. Sin embargo, se evidencia el incremento en la mortalidad por enfermedades crónicas como las del sistema circulatorio (González-Pérez, 2017; Dávila-Cervantes, 2014).

CONCLUSIONES

Se ha mostrado un panorama de violencia más allá de las tasas conocidas de muertes por causas seleccionadas, en particular bajo una mirada menos conocida y poco estudiada en el país, como lo son los AEVP en los últimos diez años. Los datos obtenidos en este estudio indican que, aunque se ha venido experimentando una reducción en las tasas de mortalidad por todas las causas, las muertes por violencias tuvieron un gran impacto en la esperanza de vida en Colombia por una mayor acumulación de Años de Esperanza de Vida Perdidos especialmente por homicidios en hombres jóvenes, similar a lo reportado por otros autores.

La mayor contribución de AEVP entre 0 y 80 años en ambos sexos por causas de muerte violentas, estuvo representado por los homicidios, con una relación hombre/mujer de 11:1 AEVP en el periodo estudiado. Con lo cual se evidencia la existencia de la sobremortalidad masculina por violencias, lo que se refleja en que el peso de las muertes por estas causas sea mucho más marcado en la EVT en hombres que en mujeres, por lo que una mirada desde la perspectiva de género resulta necesaria para entender los resultados.

Aunque el presente estudio tiene limitaciones, los resultados obtenidos son relevantes para dar cuenta de las variaciones que se han producido en la mortalidad por violencias intencionales y no intencionales, entre otras causas de muerte más frecuentes en un periodo reciente en el país a nivel nacional y departamental en un momento de profundos cambios sociales, económicos y políticos derivados de las transformaciones en las dinámicas del conflicto armado en Colombia.

Las variaciones sobre la EVT y los AEVP en Colombia por muertes violentas surgen como consecuencia de un patrón complejo de tendencias en las diferentes causas de muerte analizadas, algunas de las cuales tienen sus orígenes en el pasado, y otras que resultan de circunstancias contemporáneas. Este estudio respalda aún más la opinión de que las dinámicas del comportamiento violento, en especial los homicidios han jugado un papel importante en las fluctuaciones de los AEVP en la década analizada, aunque sigue existiendo la necesidad de una mejor comprensión de los factores subyacentes a estos cambios continuos.

BIBLIOGRAFÍA

Abeldaño, R. A., Fernández, A. R., López de Neira, M., & Estario, J. C. (2012). Años de Años de Esperanza de Vida Perdidos por grandes grupos de causas de mortalidad en la Argentina entre los años 1998 y 2009. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Salta*, 2(3) 4-10.

Abubakar, I. I., Tillmann, T., & Banerjee, A. (2015). Global, regional, and national age-sex specific all-cause and cause-specific mortality for 240 causes of death, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*, 385(9963), 117-171. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61682-2](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61682-2)

Acosta, K., Romero., J. Cambios recientes en las principales causas de mortalidad en Colombia. (2014). Banco de la República, 209, 1-53.

Agudelo-Botero, M., & Dávila-Cervantes, C. A. (2014). Efecto de las muertes evitables y no evitables en la esperanza de vida en México, 1998-2000 y 2008-2010.

Arriaga E. (1996). Los años de vida perdidos: su utilización para medir el nivel y el cambio de la mortalidad. *Notas Población*, 24(63):7-38.

Barreira, C., Arana, R. G., & Rosero, L. F. T. (2013). *Violencia política y conflicto sociales en América Latina*. Universidad del Norte. 1-246.

Banco Mundial. (2016). Datos de libre acceso del Banco Mundial. [En línea] <http://datatopics.worldbank.org/health/>

Blaconá, MT., & Anreozzi, L. (2016). Comparación de la mortalidad y la esperanza de vida de Argentina y la Ciudad de Buenos Aires. *Actas de las Jornadas Anuales Investigación en la Facultad de Ciencias*. Universidad Nacional de Rosario. <http://hdl.handle.net/2133/7615>

Caicedo-Velásquez, B., Álvarez-Castaño, L. S., Marí-Dell'Olmo, M., & Borrell, C. (2016). Evolución de las inequidades en mortalidad por causas externas entre los municipios de Antioquia (Colombia). *Gaceta Sanitaria*, 30(4), 279-286.

Coale A, Demeny P. (1966). *Regional Model Life Tables and Stable Populations*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

Chaparro-Narváez, P., Cotes-Cantillo, K., León-Quevedo, W., & Castañeda-Orjuela, C. (2016). Mortalidad por homicidios en Colombia, 1998-2012. *Biomédica*, 36(4), 572-582. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v36i4.2811>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Colombia. Disponible en: <http://www.dane.gov.co/>

Dávila-Cervantes CA, Pardo-Montaña AM. Magnitud y tendencia de la mortalidad por homicidios en Colombia y México, 2000-2011. (2014). *Revista Panamericana de Salud Pública*, 36(1):10-16.

Freitez, A. (2008). Años de vida perdidos por muertes violentas entre la población joven de Venezuela. *Revista Temas de Coyuntura*, (58).

González-Pérez, G. J., Vega-López, M. G., Souza, E. R. D., & Pinto, L. W. (2017). Mortalidad por violencias y su impacto en la esperanza de vida: una comparación entre México y Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 22, 2797-2809. <https://doi.org/10.1590/1413-81232017229.12172017>

Jaitman, L. y R. Guerrero Compeán. 2015. “Promoting evidence-based crime prevention policies in Latin America and the Caribbean.” *Translational Criminology*, 9: 14–19.
<http://dx.doi.org/10.18235/0000615>

Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2016). FORENSIS, 2015 datos para la Vida. Herramientas para la interpretación, intervención y prevención de lesiones de causa externa en Colombia, 18 (1), 9-583.

López, E., & Arce, P. (2008). Efectos de las causas de mortalidad adulta en la esperanza de vida, entre 1985 y 1999, según regiones colombianas. *Biomédica*, 28(3), 414-422.

Ministerio de Salud y Protección Social. Análisis de situación de Salud Colombia, 2015. (2015). Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia. [Edición electrónica]. 242 p.

Moreno C, Cendales R. (2011). Mortalidad y años potenciales de vida perdidos por homicidios en Colombia, 1985–2006. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 30(4):342–53.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (1995). Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas relacionados con la Salud 10ª Rev. Washington: OMS;. (Publicación Científica 554)

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2002). Informe Mundial sobre la violencia y la salud: resumen. Organización Panamericana de la Salud, Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud. Washington, D.C.

United Nations Office on Drugs and Crime. (2013). UNODC, World Drug Report. United Nations publication, Sales (E.13.XI.6).

Wang, H., Naghavi, M., Allen, C., Barber, R. M., Carter, A., Casey, D. C., & Dandona, L. (2016). Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980â 2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet*, 388(10053), 1459-1544.

23 **CAPÍTULO**
VEINTITRES

Densidad poblacional de trips (Insecta: Thysanoptera) asociada a flores de *Rubus glaucus* Benth. cv. sin espinas en Risaralda (Colombia), y su relación con variables de calidad en fruto

Population density of thrips (Insecta: Thysanoptera) associated with *Rubus glaucus* Benth flowers. cv. thornless in Risaralda (Colombia), and its relationship with fruit quality variables

Sirley Palacios Castro
UNISARC
shirley.palacios@unisarc.edu.co

James Montoya Lerma
UNIVALLE
james.montoya@correounivalle.edu.co

RESUMEN

La mora (*Rubus glaucus* Benth.) es una fruta con potencial en el mercado nacional e internacional, que se consume tanto en fresco como industrializada. Entre los problemas fitosanitarios que afectan el cultivo, los trips (*Thysanoptera: Thripidae*) tienen gran importancia debido al uso indiscriminado de agroquímicos para su manejo y por su relación con síntomas de daño que demeritan la calidad del fruto. Sin embargo, los síntomas atribuidos a trips como frutos momificados, apariencia bronceada o plateada y deformaciones, también pueden ser ocasionados, entre otros factores, por enfermedades y deficiente polinización. En esta investigación, la densidad de trips reportada ($0,09\pm 0,40$; $0,07\pm 0,25$ y $0,56\pm 1,55$ trips/estructura) y el porcentaje de incidencia de enfermedad ($20,0\pm 40,03$; $49,17\pm 50,03$ y $11,33\pm 31,74\%$) no se correlacionaron con las variables de calidad del fruto; por lo cual no se obtuvo evidencia para afirmar que los trips, en las densidades reportadas, estaban relacionados con síntomas de daño comúnmente atribuidos a trips.

Palabras Clave: Mora, daño de trips, fruto momificado, daño por bronceado, moteado plateado.

ABSTRACT

The blackberry (*Rubus glaucus* Benth.) is a fruit with potential in the national and international market, which is consumed both fresh and processed. Among the phytosanitary problems affecting the crop, thrips (*Thysanoptera: Thripidae*) are of great importance due to the indiscriminate use of agrochemicals for their management and because of their relationship with symptoms of damage that detract from the quality of the fruit. However, the symptoms attributed to thrips such as mummified fruits, bronzing or silver speckling and deformations can be caused, among others factors, by deficient pollination and diseases. In this research the thrips density values reported ($0,09\pm 0,40$; $0,07\pm 0,25$ y $0,56\pm 1,55$ thrips/

structure) and the percentage of disease incidence ($20,0\pm 40,03$; $49,17\pm 50,03$ y $11,33\pm 31,74\%$) were not correlated with the fruit quality variables, nor was evidence obtained to affirm that thrips, at the densities reported, was related with damage symptoms attributed to thrips commonly.

Keywords: Blackberry, thrips damage, mummified fruit damage, bronzing damage, speckling damage thrips

INTRODUCCIÓN

Las moras (*Rubus* spp.) son bayas comunes en los mercados de frutas frescas y procesadas, particularmente en Norte América y la Unión Europea (Clark y Finn 2014). Se comercializan en fresco o industrializadas en el mercado mundial de alimentos, especialmente dentro del grupo de “delicatesen” (Naranjo 2011). Recientemente, las bayas de América del Sur, entre ellas la mora andina, *Rubus glaucus* Benth., también conocida como mora de Castilla, “Andes berry” y “blackberry andino” (Bioversity International 2017) se han cotizado comercialmente, en especial debido a sus beneficios para la salud y al interés de los consumidores en frutas exóticas (Schreckinger et al. 2010; Ramadan y Mörsel 2007).

En Colombia, específicamente en la zona central del país (Eje Cafetero), existen diversos problemas fitosanitarios que afectan el cultivo de mora, entre ellos los trips (Thysanoptera: Thripidae) representan uno de los principales problemas por su prevalencia en el cultivo, presencia de poblaciones en todas las etapas fenológicas y asociación con estructuras reproductivas (flor y fruto); por lo que los moricultores recurren a la utilización de productos de síntesis química para el manejo fitosanitario y constantemente se sobrepasan los Límites Máximos de Residualidad (LMR) (Marulanda et al. 2007; Naranjo 2011) lo que deriva en problemas ambientales y económicos.

La literatura registra que, en general, los síntomas de daño asociados a trips son agallas, aborto de flores y frutillas, pardeamiento de

pétalos, manchas necróticas, bronceado, deformación de fruta y hojas (Childers 1997; Lewis 1973; Steiner y Goodwin 2005); específicamente para mora la literatura reporta que los frutos se momifican, presentan apariencia bronceada o plateada y deformaciones (Franco y Giraldo-Cardona 2001; Betancur-Cardona et al. 2014), afectando directamente la producción y la calidad.

Sin embargo, se debe aclarar que no solo los trips pueden llegar a ocasionar estos síntomas, ya que también pueden estar relacionados con problemas fitosanitarios o con deficiencias en la polinización. Algunos autores (ICA 2011; Betancourt-V. et al. 2014; Saldarriaga-Cardona et al. 2017) indican que las enfermedades de origen fungoso (*Peronospora sparsa* Berk, *Oidium* sp., *Colletotrichum* spp. y *Botrytis cinerea* Pers. Ex. Fr.) disminuyen la calidad de la fruta al producir maduración desigual, deformación y menor “cuajado”. Por su parte, Vásquez-R. et al. (2006) encontraron mejor calidad de fruto cuando sometieron plantas de mora a polinización por *Apis mellifera*.

Esta situación hace necesario determinar la relación entre número de trips e incidencia de enfermedad y variables de calidad de fruto, ya que de esto dependerá la correcta elección de las medidas de manejo. Por lo anterior, este trabajo se propuso determinar si bajo tres tipos de manejo fitosanitario se presentan diferencias en la densidad de trips e incidencia de enfermedad (por etapa fenológica); y si existe relación con la calidad de frutos de *R. glaucus* B. cv. sin espina en Risaralda, como paso indispensable en la racionalización del uso de insecticidas y el desarrollo de un programa efectivo de manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Localización

Los ensayos y observaciones se llevaron a cabo entre noviembre de 2017 y enero de 2018, en dos fincas ubicadas en el municipio de Santa Rosa de Cabal con altitud 2.092 m.s.n.m., finca La Esperanza con coordenadas: 4°53'13,9" N, -75°33'40,2" O y finca El Rubí con coordenadas: 4°53'18,2", -75°33'40.4" O (Figura 1).

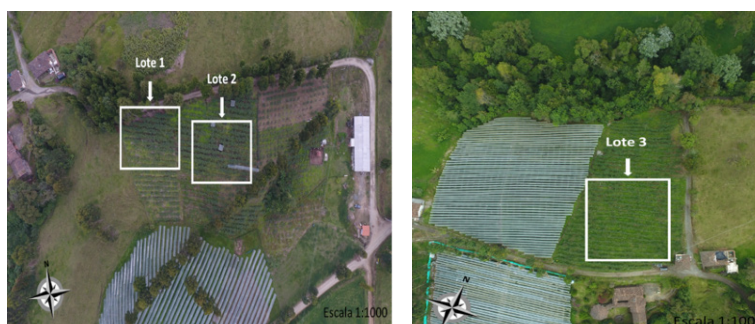


Figura 1. Ubicación de lotes de estudio Lote 1 y 2: Finca La Esperanza, Lote 3: Finca El Rubí, vereda Potreros, municipio Santa Rosa de Cabal (Risaralda, Colombia) cultivados con *R. glaucus* Benth. cv. sin espinas.

Los datos climáticos de la zona se obtuvieron diariamente de una estación meteorológica DAVIS Vantage PRO2® (con medidor de peso digital y termohigrómetro digital) ubicada en la finca La Esperanza, la precipitación total fue de 2.633mm \pm 60mm, la temperatura fue 15,3°C \pm 1,1°C y humedad relativa 83,9% \pm 8,1%, en promedio (Figura 2).

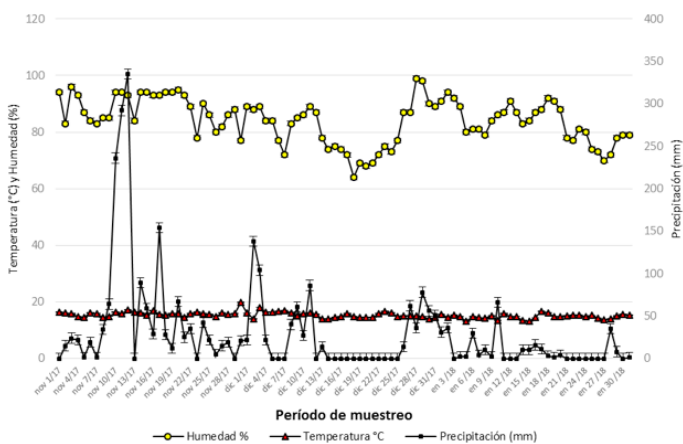


Figura 2. Condiciones climáticas en lotes de estudio finca: La Esperanza y El Rubí, Vereda: Potreros (Santa Rosa de Cabal, Risaralda) entre noviembre de 2017 y enero de 2018.

Material vegetal y manejo del cultivo

Las fincas están sembradas con mora sin espina de tres años, procedente de la misma zona. Con manejo de arvenses y fertilización convencional, y manejo fitosanitario diferencial, así:

Manejo	Manejo		Área	Ubicación
	insecticidas	fungicidas		
1	No	Si	200m ²	Finca La Esperanza
2	No	No	175m ²	Finca La Esperanza
3	Si	Si	450m ²	Finca El Rubí

Diseño del experimento

En el área correspondiente a cada manejo, mediante un diseño completamente aleatorizado se marcaron botones (estado fenológico con 5 mm de base) los cuales son considerados la unidad muestral; asignando 70, 50 y 45 repeticiones por manejo (manejo 1, 2 y 3 respectivamente) para un total de 165 botones.

Muestreo

A cada botón marcado se le hizo el seguimiento durante las etapas fenológicas reproductivas: botón, flor expuesta, maduración de pistilos, fruto cuajado (Fr. cuajado) (nombrada Fr. Cuajado-1 hasta Fr. cuajado-8, según la duración en cada manejo) y fruto maduro (Fr. maduro). Con una lente de aumento (60x) se contabilizó el número de trips (larvas y adultos), se determinó la presencia de síntomas como momificación, bronceado o deformaciones y el porcentaje de incidencia de enfermedad (según la presencia o ausencia de síntomas de enfermedades, basados en Betancourt-V. et al. 2014 y Saldarriaga-Cardona et al. 2017). Al final del seguimiento de cada botón, y cuando cada fruto estuvo en punto de cosecha [con índice de madurez entre 5 y 6 (Figura 3)] se midieron las variables de calidad, así:

Color: visualmente se definió el color con base en la escala propuesta en la Norma Técnica Colombiana-NTC 4106, y que ofrece valores desde cero (0) hasta seis (6) (Figura 3).



Figura 3. Escala de color según índice de madurez para los frutos de *R. glaucus*. (ICONTEC 1997).

Peso: con balanza gramera digital se determinó el peso de cada fruto, expresado en gramos (g).

Sólidos solubles totales (SST): mediante método refractométrico

(refractómetro manual RHB32ATC) a cada fruto se le extrajo el jugo y se le midió el contenido de sólidos solubles totales expresado en grados Brix ($^{\circ}$ Brix).

Diámetro y longitud: con calibrador tipo pie de rey se midió el diámetro máximo (cercano al cáliz) (según NTC 4106) y la longitud (diámetro polar) ambos expresados en centímetros (cm). Llenado: se generó una escala para determinar el porcentaje de drupas que conforman cada fruto, así:

Llenado (%)	Valor asignado
0-25%	0,25
25-50%	0,50
50-75%	0,75
75-100%	1,0

Análisis de datos

Los datos de densidad de trips y porcentaje de incidencia de enfermedad fueron analizados mediante estadística descriptiva.

Para observar si existen diferencias entre las variables número de trips e incidencia de enfermedad (para cada estado fenológico) en cada manejo, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, previa comprobación de la no normalidad de los datos (Shapiro-Wilks); se utilizó un $\alpha=0,05$.

Para estudiar la relación entre, densidad de trips y porcentaje de incidencia de enfermedad (en las etapas fenológicas con mayor presencia), versus las variables de calidad de fruto, se realizaron análisis de correlación de Spearman.

Los datos fueron procesados en Excel[®] y analizados con InfoStat[®] versión estudiantil (Di Rienzo et al. 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La densidad promedio de #trips/estructura fue $0,09 \pm 0,40$; $0,07 \pm 0,25$ y $0,56 \pm 1,55$ (manejo 1, 2 y 3, respectivamente); el porcentaje de incidencia de enfermedad fue $20,0 \pm 40,03$; $49,17 \pm 50,03$ y $11,33 \pm 31,74\%$ (manejo 1, 2 y 3, respectivamente).

Se encontró diferencias dentro de cada manejo para la densidad de trips (H=10,80 y $p < 0,0001$; H=19,66 y $p < 0,0001$; H=90,64 y $p < 0,0001$, manejos 1, 2 y 3 respectivamente) y porcentaje de enfermedad (H=60,09 y $p < 0,0001$; H=130,52 y $p < 0,0001$; H=54,34 y $p < 0,0001$, manejos 1, 2 y 3, respectivamente) durante cada etapa fenológica; siendo la etapa fenológica flor expuesta donde se presentó la mayor densidad de trips en los tres manejos; y la etapa fruto cuajado la que presentó el mayor porcentaje de incidencia de enfermedad (Figura 4).

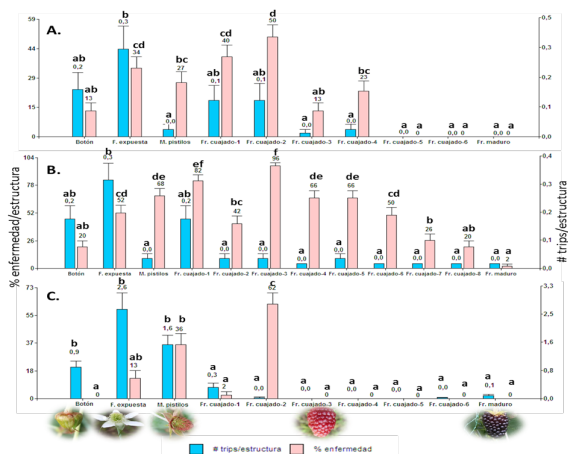


Figura 4. Comparación de medias, A. manejo 1, B. manejo 2 y C. manejo 3; para las variables número de trips/estructura y porcentaje de incidencia de enfermedad/estructura en diferentes estados fenológicos de *R. glaucus* Benth. cv. sin espinas en Risaralda, según prueba de Kruskal-Wallis.

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

No se encontró, para ninguno de los manejos, correlación entre densidad de trips o porcentaje de incidencia de enfermedad y ninguna de las variables de calidad de fruto ($Rho =$ cercanos a cero de los análisis de varianza (SC tipo III)). Además, no se observó ningún fruto con síntomas de momificación, bronceado o deformación durante la presente investigación.

Los valores promedio para densidad de trips resultan bajos al ser comparados con los reportados para mora sin tuna en Risaralda (Tabla 1), sin embargo el valor en flor expuesta para el manejo 3 (2,6 trips/estructura) se aproxima a los valores reportados por otros autores (Tabla 1); se debe tener en cuenta que en este manejo se aplicaron insecticidas, pudiendo afectar enemigos naturales (Parrella y Lewis 1997); provocando que las poblaciones de trips no disminuyeran sino que aumentaran, al igual que reportan Funderburk et al. (2000) para un cultivo de pimentón (*Capsicum annum L.*), en el cual las poblaciones de *F. occidentalis* superaron los efectos supresores de las aplicaciones semanales de insecticidas.

Los valores de incidencia de enfermedad coinciden con los obtenidos por otros autores en Risaralda (Tabla 2), y en el manejo 2 resultan superiores a las recomendaciones de Saldarriaga-Cardona et al. (2017) quienes consideran que incidencias superiores a 29% constituyen niveles de daño económico.

Tabla 1. Reportes de densidad de trips para *R. glaucus* Benth. cv. sin espinas en Risaralda.

Referencia	Densidad
Mejía y Otálvaro (2016)	3,2 y 6,7 trips/planta
Ramírez-Rodríguez y Vargas-Osorio (2018)	3,6 y 5,3 trips/flor

Tabla 2. Reportes de incidencia de enfermedades de fruto en *R. glaucus* Benth. cv. sin espinas en Risaralda.

Referencia	Incidencia (%)			<i>Botrytis cinerea</i> Pers. Ex. Fr.
	<i>Peronospora sparsa</i> Berk	<i>Oidium</i> sp.	<i>Colletotrichum</i> spp.	
Ramírez-Rodríguez y Vargas-Osorio (2018)	93 y 95	79 y 99	97 y 99	-
Flórez-Marín y Pérez-Ospina (2018)	92 y 88	-	8 y 75	-
Mejía y Otálvaro (2016)	36 y 39	-	-	-
Sanabria (2015)	25 y 30	10 y 60	10 y 35	5 y 15
Restrepo-González (2015)	64	98	-	18

En cuanto a las variables de calidad de fruto, se presentaron diferencias significativas, entre manejos, para las variables peso, SST, diámetro, longitud, color y llenado ($H=8,10$ y $p=0,0172$; $H=92,25$ y $p<0,0001$; $H=23,17$ y $p<0,0001$; $H=16,22$ y $p=0,0003$; $H=16,19$ y $p<0,0001$; $H=17,04$ y $p<0,0001$, respectivamente) (Figura 5).

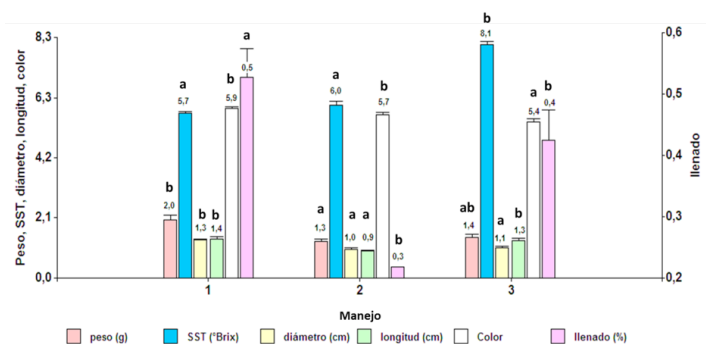


Figura 5. Variables de calidad del fruto de *R. glaucus* Benth. cv. sin espinas en Risaralda, para tres manejos con manejo diferencial de trips y enfermedades (noviembre 9 de 2017 a enero 28 de 2018). El porcentaje de llenado se expresó como fracción decimal.

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Respecto a los parámetros de calidad de fruto de mora, el peso fue bastante inferior al registrado por otros autores como Grijalba-Rativa et al. (2010) y Vásquez-R. et al. (2006) quienes reportan frutos de 5,39g y 5,07g, respectivamente. Los SST estuvieron por encima de los reportados por Grijalba-Rativa et al. (2010) quien reportó 5,60°Brix; y son coincidentes con Clavijo (2007) y Vásquez-R. et al. (2006) quienes reportan 8,10°Brix y 7,0°Brix, respectivamente. Los parámetros de tamaño (diámetro y longitud) son inferiores si se comparan con los reportados por Bernal y Díaz (2006) quienes señalan un diámetro hasta de 3,5cm y una longitud de hasta 2,3cm; pero se acercan a los valores reportados por Vásquez-R. et al. (2006) desde 0,6 hasta 1,6 cm; según ICONTEC (1997) los frutos de menor calibre (denominado E) presentan \leq de 1,3cm de diámetro. El color estuvo dentro de los valores que recomienda la NTC 4106 para frutos en su madurez de cosecha. Para llenado se obtuvieron valores bajos comparados con Vásquez-R. et al. (2006) quienes reportan desde 26,8 hasta 152,4 drupas/fruto.

Los valores inferiores para peso, diámetro, longitud y llenado pueden estar relacionados con diferentes factores como indican Betancourt-V. et al. (2014), Saldarriaga et al. (2017) y Vásquez-R. et al. (2006), quienes hallaron deficiencias en la calidad de la mora por presencia de enfermedades y por mala polinización, respectivamente.

Según el análisis de correlación, no se presentó ninguna correlación significativa entre la densidad de trips o el porcentaje de incidencia de enfermedad y las variables de calidad de fruto, en ninguno de los manejos.

La ausencia de correlación entre la densidad de trips y el daño coincide con Monteiro et al. (1999) quienes reportan la ocurrencia *F. schultzei* en melón, girasol, rosa, almendro, soya, patata, pepino, cebolla, vid y calabacín, sin causar daños; para *F. x ananassa* Duchesne Strzyzewski (2017), Nondillo et al. (2010) y Matos y Obrycki (2004) reportan que *F. bispinosa* no causó daño

en Florida, que *F. occidentalis* no se asoció con deformación de frutos en Rio Grande del Sur y que la infestación de *Frankliniella* spp. no se correlacionó con fruta bronceada en Iowa.

Para incidencia de enfermedad en fruto no se halló correlación con ninguna de las variables de calidad de fruto.

Lo anterior indica que enfermedades y trips pueden afectar otras variables diferentes a las evaluadas en la presente investigación, y en niveles superiores a los reportados.

Dada la capacidad de los trips para actuar como vectores pasivos de esporas de bacterias y hongos y la posibilidad de que las lesiones por alimentación y oviposición predispongan los tejidos de las plantas a la infestación de enfermedades (Ellis et al. 1988; Lewis 1973; Ananthakrishnan 1980), se sugiere la realización de experimentos para establecer en detalle el rol que están desempeñando las poblaciones de trips en el cultivo y determinar a qué densidad de población se presentan síntomas de daño, daño económico o la posibilidad de asociación con enfermedades.

CONCLUSIONES

Durante la etapa fenológica flor expuesta, se registraron las mayores densidades de trips; y en la etapa fenológica fruto cuajado, se registraron los mayores porcentajes de incidencia de enfermedad.

Los valores de densidad de trips reportados en la presente investigación no se correlacionan con las variables de calidad de fruto evaluadas.

Los porcentajes de incidencia de enfermedad reportados en la presente investigación no se correlacionan con las variables de calidad de fruto evaluadas.

Los síntomas momificación, bronceado o deformación no fueron observados en la presente investigación.

No se obtuvo evidencia para afirmar que los trips, a las densidades reportadas en la presente investigación, se relacionan con síntomas como momificación, bronceado o deformación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANANTHAKRISHNAN, T. N. 1980. Thrips. En: Vectors of plant pathogen (Harris, K. F. y Maramorosch, K., Eds). Academic Press, New York. p. 149-161.

BERNAL J. y DÍAZ, C. 2006. Materiales locales y mejorados de tomate de árbol, mora y lulo sembrados por los agricultores y cultivares disponibles para su evaluación en Colombia. Corpoica. C.I. La Selva. p. 14.

BETANCUR-CARDONA, E.; GARCÍA-VALENCIA, E. L.; BARRERA-BELLO, E.; QUEJADA-ROVIRA, O.; RODRÍGUEZ-MARIACA, H. D. y ARROYAVE-TOBÓN, I. C. 2014. Manual técnico del cultivo de mora bajo buenas prácticas agrícolas. Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA y Gobernación de Antioquia. Medellín, Colombia. p.110.

BETANCOURT-V., M.; PALACIOS-C., S. y PATIÑO-M., A. A. 2014. Manual de manejo de enfermedades y plagas en el cultivo de mora sin tuna. Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal - UNISARC. Santa Rosa de Cabal, Colombia. p. 72. ISBN 978-958-8097-28-2.

BIOVERSITY INTERNATIONAL. 2017. Information sheet on *Rubus glaucus* in New World fruits database. {En línea}. {Consultado diciembre de 2018}. Disponible en: <https://www.bioversityinternational.org/e-library/databases/new-world-fruits/>.

CLARK, J. R. y FINN, C. E. 2014. Blackberry cultivation in the world. En: Revista Brasileira de Fruticultura. vol. 36, no. 1, p. 46-57.

CHILDERS, C. C. 1997. Feeding and oviposition injuries to plants. En: Thrips as crop pests (Lewis T., Ed.). CAB International, Wallingford, Reino Unido. p. 505-538.

CLAVIJO, J. 2007. Aportes para la producción y caracterización de la mora de castilla sin espinas. Memorias Seminario Mora, Universidad del Quindío. {En línea}. {Consultado enero 2019}. Disponible en: <http://www.uniquindio.edu.co/uniquindio/facultades/agroindustria/memoriasSeminarioMora/>.

DIRIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZÁLEZ, L.; TABLADA, M. y ROBLEDO, C. W. 2018. InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. {En línea}. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>.

ELLIS, E. C.; PENMAN, D. R. y GAUNT, R. E. 1988. Thrips as potential vectors of brown rot in stonefruit in New Zealand. En: Proceedings of the New Zealand Weed and Pest Control Conference. p. 286-287.

FLÓREZ-MARÍN, R. y PÉREZ-OSPINA, H. J. 2018. Fenología floral de la mora sin espina (*Rubus glaucus* Benth.) en el municipio de Santa Rosa de Cabal, Risaralda. Trabajo de grado Ingeniería Agronómica. Santa Rosa de Cabal, Colombia. Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal – UNISARC. Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 71.

FRANCO, G., y GIRALDO-CARDONA, M. J. 2001. El cultivo de la mora. (3rd ed.). Manizales (Colombia): CORPOICA. p. 86.

FUNDERBURK, J.; STAVISKY, J. y OLSON, S. 2000. Predation of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in field peppers by *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). En: Environmental Entomology. vol. 29, no. 2, p. 376-382.

GRIJALBA-RATIVA, C. M., CALDERÓN-MEDELLÍN, L. A. y PÉREZ-TRUJILLO, M. M. 2010. Rendimiento y calidad de la fruta en mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth.) con y sin espinas, cultivado a campo abierto en Cajicá - Cundinamarca Colombia. En: Universidad Militar Nueva Granada. vol. 6, no. 1, p. 24-41.

ICONTEC – Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 1997. Frutas Frescas. Mora de Castilla, Especificaciones. Norma Técnica Colombiana (NTC 4106). p. 15.

ICA - INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 2011. Manejo fitosanitario del cultivo de la mora: medidas para la temporada invernal. Produmedios, Bogotá. p. 32.

LEWIS, T. 1973. Thrips, their biology, ecology and economic importance. New York, Academic Press Inc. p. 349. ISBN 0 12 447160 9.

MARULANDA, M.; ISAZA, L. y RAMÍREZ, A. 2007. Identificación de la especie de *Colletotrichum* responsable de la antracnosis en la mora de castilla en la región cafetera. En: Scientia et Technica. vol. 1, no. 37, p. 585-590.

MATOS, B. y OBRYCKI, J. J. 2004. Influence of thrips on bronzing of strawberry fruit. En: Horticultural Science. vol. 39, no. 6, p.1343-1345.

MEJÍA, H. Y. y OTÁLVARO, G. J. 2016. Reconocimiento de plagas y enfermedades y su relación con la fertilización en el cultivo de mora sin tuna (*Rubus glaucus* Benth.) en el corregimiento de La Bella (Pereira). Santa Rosa de Cabal (Risaralda). Trabajo de grado Ingeniería Agronómica. UNISARC. p. 74.

MONTEIRO, R. C.; MOUND, L. A. y ZUCCHI, R. A. 1999. Thrips (Thysanoptera) as pests of plant production in Brazil. En: Revista Brasileira de Entomología. vol. 43, p. 163-171.

NARANJO, J. M. 2011. Propuesta de un perfil de riesgo químico establecido para la mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth.) producida en Colombia. Trabajo de grado master en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos. San José, Costa Rica. Universidad para la Cooperación Internacional. (UCI). p. 76.

NONDILLO, A.; REDAELLI, L. R.; PINENT, S. M. J.; y BOTTON, M. 2010. Injury characterization of *Frankliniella occidentalis* in strawberry. En: *Ciencia Rural*, Santa María. vol. 40, no. 4, p. 820-826.

PARRELLA, M. P. y LEWIS, T. 1997. Integrated pest management (IPM) in field crops. En: *Thrips as crop pests* (Lewis T., Ed.). CAB International, Wallingford, Reino Unido. p. 595-614.

RAMADAN, M. F. y MÖRSEL, J. T. 2007. Impact of enzymatic treatment on chemical composition, physicochemical properties and radical scavenging activity of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) juice. En: *Journal of the Science of Food and Agriculture*. vol. 87, no. 3, p. 452-460.

RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, C. G. y VARGAS-OSORIO, D. M. 2018. Manejo biológico de insectos fitófagos y enfermedades en el cultivo de mora sin espina (*Rubus glaucus* Benth.) en Guática y Quinchía (Risaralda). Trabajo de grado Ingeniería Agronómica. Santa Rosa de Cabal (Risaralda). UNISARC. p. 124.

RESTREPO-GONZÁLEZ, Y. 2015. Reconocimiento de insectos plaga y enfermedades asociados al cultivo de mora sin espina (*Rubus glaucus* Benth.) en Apía – Risaralda y su relación con el clima. Trabajo de grado Ingeniería Agronómica. Santa Rosa de Cabal, Colombia. Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal – UNISARC. Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 106.

SALDARRIAGA-CARDONA, A.; FRANCO, G.; DÍAZ-DIEZ, C. A. y MÚNERA-URIBE, G. E. 2017. Manual de campo para reconocimiento, monitoreo y manejo de las enfermedades de la mora (*Rubus glaucus* Benth.). Mosquera-Colombia. Corpoica. p. 72.

SANABRIA, D. 2015. Reconocimiento de insectos plaga y enfermedades en el cultivo de mora sin tuna y su relación con el clima en la finca Canoas, en el municipio de Santa Rosa de Cabal. Trabajo de grado Ingeniería Agronómica. Santa Rosa de Cabal, Colombia. Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal - UNISARC. Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 73.

SCHRECKINGER, M. E.; LOTTON, J.; LILA, M. A. y MEJÍA, E. G. 2010. Berries from South America: A comprehensive review on chemistry, health potential and commercialization. En: *Journal of Medicinal Food*. vol. 13, no. 2, p. 233-246.

STEINER, M. Y. y GOODWIN, S. 2005. Management of thrips (Thysanoptera: Thripidae) in Australian strawberry crops: within-plant distribution characteristics and action thresholds. En: *Australian Journal of Entomology*. vol. 44, p. 175-185.

STRZYZEWSKI, I. L. 2017. Injury assessment of thrips species in Florida strawberry. Trabajo de grado Maestría en Ciencias. Florida, EE.UU. Universidad de La Florida. p. 80.

VÁSQUEZ-R., R. E.; BALLESTEROS-C., H. H.; MUÑOZ-O., C. A. y CUELLAR-C., M.E. 2006. Utilización de la abeja *Apis mellifera* como agente polinizador en cultivos comerciales de fresa (*Fragaria chiloensis*) y mora (*Rubus glaucus*) y su efecto en la producción. Editorial Produmedios. Bogotá-Mosquera (Cundinamarca). p. 77.

Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión
Colección Trabajos de Investigación

ISBN 978-958-722-411-5