

**CARACTERIZACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE LAS FINCAS
GANADERAS DE LA ZONA CENTRO DEL
DEPARTAMENTO DEL TOLIMA**

SERGIO ANDRÉS RIVERA CLAVIJO

**UNIVERSIDAD DEL TOLIMA
FACULTAD DE CIENCIAS
MATEMÁTICAS CON ÉNFASIS EN ESTADÍSTICA
IBAGUÉ
2017**



UNIVERSIDAD DEL TOLIMA

FACULTAD DE CIENCIAS

PROGRAMA DE MATEMÁTICAS CON ÉNFASIS EN ESTADÍSTICA

ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO

TÍTULO: CARACTERIZACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE LAS FINCAS GANADERAS DE LA ZONA CENTRO DEL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

AUTORES: SERGIO ANDRÉS RIVERA CLAVIJO código (070250312009)

DIRECTOR: MIGUEL ARMANDO RODRIGUEZ MARQUEZ

JURADOS: JAIRO ALFONSO CLAVIJO
ALFONSO SANCHEZ HERNANDEZ

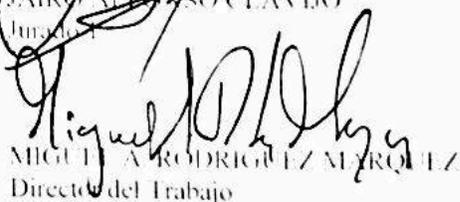
CALIFICACIÓN: **4.5 (CUATRO CINCO)**

APROBO REPROBO

OBSERVACIONES: **HEBITORIO**

FIRMAS


JAIRO ALFONSO CLAVIJO
Jurado 1


MIGUEL A. RODRIGUEZ MARQUEZ
Directo del Trabajo


ALFONSO SANCHEZ HERNANDEZ
Jurado 2


YURIMARCELA GARCÍA S.
Directora del Programa

Ciudad y fecha: Ibagué, 21 de diciembre de 2017

**CARACTERIZACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE LAS FINCAS
GANADERAS DE LA ZONA CENTRO DEL
DEPARTAMENTO DEL TOLIMA**

SERGIO ANDRÉS RIVERA CLAVIJO

Cód. 070250312009

Proyecto de grado para optar el título de
Profesional en Matemáticas con Énfasis en Estadística

**FACULTAD DE CIENCIAS
PROGRAMA DE MATEMÁTICAS CON ÉNFASIS EN ESTADÍSTICA
UNIVERSIDAD DEL TOLIMA**

Director

Mg. MIGUEL ARMANDO RODRÍGUEZ MÁRQUEZ

Codirector

Ph. D. JAIRO MORA DELGADO

NOVIEMBRE 2017

Advertencia

“La Facultad de ciencias y el jurado calificador, no son responsables de los conceptos ni ideas expuestas por los autores del siguiente trabajo”(Artículo 11, acuerdo 018 de 1984 del Concejo Directivo de la Universidad del Tolima).

Artículo 4

Los autores autorizan a la Universidad del Tolima la reproducción total o parcial de este documento, con la debida cita de reconocimiento de la autoría y cedemos a la Universidad los derechos patrimoniales, con fines de investigación, docencia e institucionales, consagrados en el artículo 72 de la ley 23 de 1982 y las normas que lo instituyan y lo modifiquen.

Dedicatorias

Dedico esta tesis a mi familia, por su amor incondicional y su apoyo infinito.

A mi tía Marlene y su esposo Miguel que desde pequeño me motivaron a estudiar esta maravillosa carrera.

A mis profesores quienes con su conocimiento aportaron los principios y competencias para ser un excelente profesional.

A todas esas personas que de alguna u otra forma hicieron parte de este arduo camino y que a pesar de todas las adversidades, siempre me acompañaron y creyeron en que podría alcanzar esta meta tan anhelada.

Agradecimientos

A Jairo Mora Delgado, por su ayuda e impulso constante para el desarrollo de este trabajo y por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su ingenio y conocimiento científico.

A Miguel Armando Rodríguez Márquez, por su paciencia y dedicación, por compartir sus conocimientos que fueron fundamentales para la elaboración de este proyecto y por ser un ejemplo de desarrollo profesional a seguir.

A Marlene Rivera Pinilla, por sus palabras de aliento y motivación constante en los momentos de angustia y tristeza.

A la señorita Ángela Ramírez Cortés, por brindarme su cariño, por acompañarme en mis días malos y por animarme a cada momento.

Resumen

El análisis multivariante (AM) es la parte de la estadística y del análisis de datos que estudia, organiza, analiza, representa e interpreta los datos que resultan de observar más de una variable estadística sobre una muestra de individuos. Se realizó una encuesta con base en variables cuantitativas y cualitativas tomando la información primaria sobre un total 224 Fincas de la Zona Centro del Tolima, con el objeto de tipificar y caracterizar las fincas ganaderas y sus familias en el centro del Tolima. Se realizaron diferentes análisis de estadística multivariada como Análisis de componentes principales, Análisis de Conglomerados y Análisis de Discriminante Canónico. La tipología mostró tres grupos con características diferenciadoras entre sí y tamaños diferentes, lo cual sugiere la existencia de tres tipos de fincas. Un grupo con 135 unidades de análisis que contiene las fincas con un promedio de 23,18 ha; el conglomerado 2 (61 fincas) que tiene en promedio 15,02 ha y el conglomerado 3 que agrupó a las 28 fincas más grandes con una media de 104,03 ha. Utilizando las variables: Área predial, Área Pecuaria, Bosques, Pastos Naturales, Unidad Gran Ganado (UGG), Potreros, Leche Vaca día, Cultivos, Índice Educativo (IE) y trabajadores, se comprobó la utilidad de los análisis multivariados para interpretar la diversidad de fincas y sus características productivas y sociales. Además, se construyó

el indicador bioeconómico llamado Índice Educativo "IE", basado en la información recolectada en la encuesta, analizando los componentes de tipo productivo, reproductivo, físico, biológico, social, económico y cultural, de los productores ganaderos de la zona central del departamento del Tolima.

Abstract

Multivariate analysis (MA) is the part of statistics and data analysis which studies, organizes, analyzes, represents and interprets the data that result from observing more than one statistical variable on a sample of individuals. A survey was conducted based on quantitative and qualitative variables, taking the primary information on a total of 224 farms in the Central Zone of Tolima, in order to typify and characterize livestock farms and their families. Different analyzes of multivariate statistics such as Analysis of principal components, Cluster Analysis and Canonical Discriminant Analysis were realized. The typology showed three groups with different characteristics between them and different sizes, which suggests the existence of three types of farms. A group with 135 analysis units containing the farms with an average of 23.18 ha; the conglomerate 2 (61 farms) that has on average 15.02 ha and the conglomerate 3 that grouped the 28 larger farms with an average of 104.03 ha. Using the variables: Land Area, Livestock Area, Forests, Natural Pastures, Great Livestock Unit (UGG), Pasturelands, Milk Cow day, Crops, Educational Index (EI) and workers, the utility of the multivariate analysis was tested to interpret the diversity of farms and their productive and social characteristics. In addition, the bioeconomic indicator called Educational Index "EI", was constructed, based on the informa-

tion gathered in the survey, analyzing the productive, reproductive, physical, biological, social, economic and cultural components of the livestock producers in the central area of the department of Tolima.

Índice general

Índice general	VII
Índice de tablas	X
Índice de figuras	XI
Introducción	1
1 Descripción del problema	3
2 Marco Teórico	6
2.1. Análisis multivariante	6
2.2. Representación gráfica de datos multivariantes	6
2.3. Métodos estadísticos de análisis multivariados	7
2.3.1. Métodos de dependencia	7
2.3.1.1. Análisis de la correlación canónica (ACC)	7
2.3.1.2. Análisis discriminante (AD)	8
2.3.2. Métodos de interdependencia	8
2.3.2.1. Análisis de componentes principales (ACP)	9
2.3.2.2. Análisis clúster	9
2.4. Trabajos previos	10

3 Técnicas de estadística multivariada para la tipificación de sistemas de producción pecuarios de la zona centro del departamento del Tolima	13
3.1. Introducción	13
3.2. Materiales y métodos	14
3.2.1. Zona de estudio	14
3.2.2. Recolección de la información	15
3.2.3. Muestreo	16
3.2.4. Análisis estadístico	17
3.3. Resultados	17
3.3.1. Coeficientes de correlación de Pearson	17
3.3.2. Análisis de componentes principales (ACP)	18
3.3.3. Análisis de conglomerados (AC)	21
3.3.4. Indicadores pecuarios	24
3.3.5. Indicadores sociales	24
3.3.6. Análisis discriminante canónico (AD)	25
3.4. Discusión	26
3.5. Conclusiones	27
3.6. Agradecimientos	28
4 Indicadores Bioeconómicos de fincas ganaderas de la zona centro del departamento del Tolima	29
4.1. Introducción	29
4.2. Materiales y métodos	30
4.2.1. Zona de estudio	30
4.2.2. Muestreo	30
4.2.3. Análisis de información	31
4.3. Resultados y discusión	32
4.3.1. Análisis de discriminante canónico (ADC) de la muestra analizada	33

4.3.2. Nivel educativo	34
4.3.3. Usos del suelo	37
4.3.4. Distribución del hato	38
4.3.5. Indicadores productivos	40
4.3.6. Reproducción animal	41
4.3.7. Salud animal	42
4.3.8. Asociatividad	43
4.3.9. Registro de información	45
4.4. Discusión	46
4.5. Conclusiones	47
4.6. Agradecimientos	48
Conclusiones	49
Bibliografía	51

Índice de tablas

3.1. Coeficientes de correlación de Pearson	18
3.2. Método de extracción con base en el cálculo de Comunalidades.	21
3.3. Comparación de medias multivariadas mediante la prueba de Hotelling con nivel corregido por Bonferroni Alfa=0,05	23
3.4. Indicadores pecuarios de los conglomerados de las fincas de la zona centro del departamento del Tolima.	24
3.5. Matriz de clasificación cruzada.	25
4.1. Autovalores asociados a los ejes canónicos	34
4.2. Comparación de medias de usos del suelo con modelos mixtos en 3 conglomerados de tipo de fincas ganaderas del Centro del Tolima.	37
4.3. Comparación de medias para la distribución del hato tres conglomerados de productores ganaderos de la zona norte del Tolima.	39
4.4. Asociatividad de los productores ganaderos de la zona centro del Tolima.	44
4.5. Registro de información de las 224 fincas de la zona Centro del Tolima.	45

Índice de figuras

3.1. Método de extracción de análisis de componentes principales, rotación Varimax con normalización Kaiser.	19
3.2. Análisis biplot para 224 fincas de la zona centro del Tolima.	20
3.3. Dendograma del análisis de conglomerados, según la técnica de Ward, para 224 fincas de la zona centro del Tolima.	22
3.4. Árbol de recorrido mínimo (<i>ARM</i>).	26
4.1. Localización de los municipios objeto de estudio, departamento del Tolima.	31
4.2. Proporción según tamaño de fincas ganaderas en el departamento del Tolima (ICA, 2017).	33
4.3. Número de fincas ganaderas según en 3 municipios del centro del Tolima (ICA, 2017).	33
4.4. Elipses de confianza para el centroide de observaciones multivariadas de tres conglomerados en el espacio discriminante. Líneas verticales corresponden al centroide de cada grupo sobre el eje canónico 1.	34
4.5. Nivel educativo de la muestra analizada en fincas ganaderas de cuatro municipios del norte del Tolima.	36
4.6. Indicadores productivos de 224 fincas de la zona Centro del Tolima. . .	40
4.7. Indicadores productivos de 224 fincas de la zona Centro del Tolima. . .	41

4.8. Presencia de enfermedades en el hato ganadero de tres municipios de la zona Centro del Tolima.	42
4.9. Salud animal del hato ganadero de cuatro municipios de la zona centro del Tolima.	43
4.10 Medio de Registro de la información de las 224 fincas de la zona Centro del Tolima.	46

Introducción

Entre los numerosos problemas que hay en la actualidad de la estadística, está la necesidad de trabajar con información de diversas fuentes. Debido a los avances tecnológicos, los volúmenes de información son cada vez más grandes, lo que hace que su manipulación sea más compleja y aumente el tiempo para procesar la información y posteriormente la toma de decisiones.

En el presente trabajo en principio se posee una base de datos denominada “caracterización y tipificación de las fincas ganaderas de la zona centro del departamento del Tolima”, donde se realizó una encuesta mixta con base en variables cuantitativas y cualitativas con el propósito de recolectar información primaria sobre un total de 224 fincas de la zona centro del departamento del Tolima, que revele mediante un proceso de análisis y comparación, el comportamiento o las tendencias productivas de los sistemas ganaderos de la región, aplicando técnicas multivariadas tales como: Análisis de correlación canónica (ACC), Análisis discriminante (AD), Análisis de componentes principales (ACP) y Análisis clúster.

La caracterización es un tipo de descripción cuantitativa o cualitativa que tiene como propósito profundizar y analizar el conocimiento sobre algo. Para evaluar ese algo previamente, se deben identificar y organizar los

datos; y a partir de ellos, describir (caracterizar) de una forma estructurada; y posteriormente, establecer su significado (sistematizar de forma crítica) [9].

Una de las finalidades de este proyecto es evidenciar la pertinencia del análisis multivariado para caracterizar y tipificar; además, realizar una caracterización de fincas ganaderas para conocer los diferentes tipos de fincas, cómo se aglomeran, qué tipo de sistema de producción predomina en cada una de las aglomeraciones y qué indicadores bioeconómicos surgen de éstas aglomeraciones.

Capítulo 1

Descripción del problema

La caracterización no es más que la descripción de las características principales y las múltiples interrelaciones de las organizaciones [8]. El término "tipología" puede usarse para designar el ejercicio de elaboración de tipos, diseñado para ayudar a analizar una realidad compleja y el orden de los objetos que, a pesar de ser diferentes, son de un mismo tipo, p. ej. una finca [31]. Por otra parte, puede usarse el concepto para designar el sistema de tipos resultante de este proceso (la tipología granja de una determinada región) [52]. La tipificación busca agrupar a productores con características de manejo, producción y técnicas similares; algunos productores están ubicados en zonas geográficas delimitadas [5].

La caracterización y tipología de productores puede basarse en estudios realizados previamente y en la información con la que cuentan los entes territoriales, buscando tener un primer acercamiento con los lugares objeto de estudio. Luego se hace necesario hacer un trabajo de campo donde se tenga contacto directo con los productores, para obtener información que se analice buscando llegar a conclusiones que permitan mejorar los sistemas productivos de la región [25].

Para la caracterización y tipificación de las fincas ganaderas, se han utilizado distintas técnicas multivariantes; [40] y [18], utilizan el análisis de componentes principales (ACP) para resumir en pocas dimensiones la mayor parte de la variabilidad de un gran número de variables; [34] y [58] utilizan técnicas de análisis de agrupamiento o clustering (AC), para agrupar objetos basándose en los atributos que estos poseen y [24] emplea el análisis de discriminante canónico para identificar las posibles diferencias entre grupos.

Finalmente, otra parte fundamental de esta metodología es la validación de los resultados obtenidos con la realidad de las explotaciones que conforman la población estudiada. La información obtenida de un estudio de caracterización y tipificación es considerada de gran utilidad a fin de proponer estrategias que permitan mejorar los aspectos que tienen mayor incidencia en el desarrollo de las empresas ganaderas estudiadas [61].

Objetivos

Objetivo general

Caracterizar y tipificar las fincas ganaderas de la zona centro del departamento del Tolima, aplicando técnicas de la estadística multivariada.

Objetivos específicos

- Generar criterios para la clasificación de las fincas ganaderas.
- Describir los aspectos bioeconómicos de los productores ganaderos.
- Establecer indicadores que permitan identificar la productividad de las fincas ganaderas.

Capítulo 2

Marco Teórico

2.1. Análisis multivariante

El análisis multivariante se refiere a todos los métodos estadísticos que analizan simultáneamente medidas múltiples de cada individuo u objeto sometido a investigación. Cualquier análisis de más de dos variables puede ser considerado aproximadamente como un análisis multivariante. En sentido estricto, muchas técnicas multivariantes son extensiones del análisis univariante (análisis de distribuciones de una sola variable) y del análisis bivariante (clasificaciones cruzadas, correlación, análisis de varianza y regresiones simples utilizadas para analizar dos variables) [47] .

2.2. Representación gráfica de datos multivariantes

El objeto y materia prima del trabajo estadístico está contenido en los datos, los cuales suministran información referente a un objeto, en un tiempo determinado. Resultan entonces tres componentes del trabajo estadístico: de un lado están los *objetos* sobre los que se intenta desarrollar algún estudio, por otro lado las *características* o *atributos* inherentes a los primeros

y finalmente el *momento* u *ocasión* en que están inscritos los dos primeros (objeto y variable) [20].

2.3. Métodos estadísticos de análisis multivariados

2.3.1. Métodos de dependencia

Se considera que las variables de estudio están divididas en dos grupos: variables dependientes y variables independientes. La principal función de estos métodos es precisar si el grupo de las variables independientes influye en el grupo de las variables dependientes y de qué manera lo hace. Las técnicas o métodos de dependencia que se usarán en este trabajo son las siguientes:

- Análisis de la correlación canónica.
- Análisis discriminante.

Estos dos análisis se explicaran a continuación.

2.3.1.1. Análisis de la correlación canónica (ACC)

La correlación canónica correlaciona un conjunto de variables (x_1, x_2, \dots, x_p) con otro conjunto de variables (y_1, y_2, \dots, y_n) . Este método consiste en encontrar dos variables $A = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_px_p$ y $B = b_1y_1 + b_2y_2 + \dots + b_my_m$, que tengan su correlación máxima.

Para representar las variables canónicas, si y es un vector de n variables, x es un vector de m variables y l'_1y y l'_2x son dos combinaciones lineales, la correlación entre dichas combinaciones es:

$$r_{l'_1y, l'_2x} = \frac{\text{corr}(l'_1y, l'_2x)}{\sqrt{\text{Var}(l'_1y)\text{Var}(l'_2x)}} \quad (2.1)$$

El análisis de la correlación canónica se fundamenta en obtener los vectores l_1 y l_2 , que permite maximizar la correlación anterior.

2.3.1.2. Análisis discriminante (AD)

El Análisis Discriminante, es una técnica estadística multivariante cuyo propósito es analizar si existen diferencias significativas entre grupos de objetos respecto a un conjunto de variables. Se contrasta y describen las medias de el conjunto de las variables clasificadoras a través de los q grupos.

Iniciando con q grupos donde se otorga a una serie de objetos y de p variables medidas sobre ellos (x_1, x_2, \dots, x_p) , consiste en obtener para cada objeto una serie de valoraciones que señale el grupo al cual pertenecen (y_1, y_2, \dots, y_m) , de tal forma que sean funciones lineales de (x_1, x_2, \dots, x_p) :

$$\begin{cases} y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1p}x_p + a_{10} \\ \vdots \\ y_m = a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mp}x_p + a_{m0} \end{cases} \quad (2.2)$$

Donde $m = mn(q - 1, p)$, tales que discriminen o separen lo máximo posible a los q grupos. Estas combinaciones lineales de las p variables deben maximizar la varianza entre los grupos y minimizar la varianza dentro de los grupos.

2.3.2. Métodos de interdependencia

Los métodos de interdependencia no diferencia entre variables dependientes e independientes y su finalidad radica en identificar qué variables se relacionan, cómo se relacionan y la razón de su relación. Los métodos de interdependencia que se empleará son los siguientes:

- Análisis de componentes principales.
- Análisis clúster.

2.3.2.1. Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis de componentes principales es una técnica para reducir información o la dimensionalidad, en otros términos, ante una base de datos con muchas variables, su objetivo será reducir a un menor número, perdiendo la menor cantidad de información posible y facilitando la interpretación de los datos. Los componentes principales o factores serán una combinación lineal de las variables originales, con la propiedad de ser independientes entre sí.

La j -ésima componente principal (CP_j) es algebraicamente una combinación lineal de las p variables originales obtenida como $Y_j = e_j'X = e_{1j}X_1 + e_{2j}X_2 + \dots + e_{pj}X_p$ con $j = 1, \dots, p$ donde e_j representa el j -ésimo autovector. Las nuevas variables, CP, usan información contenida en cada una de las variables originales, algunas variables pueden contribuir más a la combinación lineal que otras. La varianza de la j -ésima componente principal es $Var(Y_j) = e_j' \Sigma e_j = \lambda_j$ donde el j -ésimo λ es el autovalor asociado al j -ésimo autovector de \mathbf{S} , (los autovalores se ordenan en forma decreciente, $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 \dots$). Además se satisface que entre dos componentes cualesquiera, la covarianza es nula [19]. La proporción de la varianza total explicada por las primeras d componentes será:

$$Prop_d = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_d}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p} \quad (2.3)$$

2.3.2.2. Análisis clúster

El análisis clúster, consiste en utilizar la información de una serie de variables para cada sujeto u objeto y, conforme a estas variables, se mide la similitud entre ellos. Una vez medida la similitud se agrupan de acuerdo a sus características en grupos homogéneos internamente y diferentes entre sí.

Para medir la similitud se utilizan los algoritmos de agrupamiento jerárquico: algoritmo del **Centroide ponderado (weighted centroid)** que se basa en ponderar las distancias por el número de objetos en cada conglomerado que participa en el cálculo como peso y el algoritmo de **Ward o método de mínima varianza (Ward, 1963)** que es similar al método del centroide, pero cuando une conglomerados, realiza una ponderación (por el tamaño de cada grupo) de todos los conglomerados participantes, así en cada unión la pérdida de información es minimizada. Define la distancia entre dos grupos como la suma de las sumas de cuadrados del ANOVA entre los dos grupos sobre todas las variables. El método es recomendado para datos con distribución normal y matrices de covarianzas esféricas, homogéneas entre grupos. Tiende a producir grupos con igual número de observaciones y puede ser muy afectado por valores extremos [38].

2.4. Trabajos previos

En el trabajo de [40] se realiza un análisis estadístico multivariado el cual se divide en etapas; la primera es la selección de atributos (variables), la segunda es un análisis factorial para reducir la dimensionalidad, la tercera es un análisis de conglomerados empleando factores principales, una cuarta es la determinación de los tipos de sistema productivo de la finca, la quinta es la descripción de los tipos seleccionados y sexta la sistematización. Como resultado se obtiene la importancia del análisis multivariado para la caracterización y tipificación de la ganadería de bajura del valle cálido del Tolima; además, estos estudios de caracterización y tipificación permiten realizar un mejor conocimiento de los sistemas de producción.

En la investigación realizada por [11], implementan la tipificación para diferenciar los sistemas de producción en grupos con características similares. Se realiza una estadística descriptiva a las variables con mayor variación y luego se hace un análisis de conglomerados para asociar las observacio-

nes que poseen características similares. Como consecuencia se tiene la clasificación en dos grupos, compuesto por dos tipos de fincas: pequeñas y grandes. Las pequeñas se caracterizan por una economía basada en cultivos y las grandes por una economía basada en la ganadería.

En su trabajo [61], describe la metodología que se utiliza frecuentemente en los trabajos de caracterización y tipificación, cuya secuencia de análisis consiste en tres pasos: primero una selección de la muestra y procesamiento de la información, segundo una reducción de dimensión de variables y tercero una tipificación y validación de tipos o grupos. Realiza un análisis estadístico y utiliza las siguientes técnicas: Análisis de componentes principales y Análisis de conglomerados. Concluye que los estudios de caracterización y tipificación permiten realizar una planificación y distribución más eficiente de los recursos destinados a mejorar el funcionamiento de los diferentes sistemas productivos.

La investigación de [63], consiste en tipificar los sistemas de producción bovina y en la caracterización del componente arbóreo. Se seleccionaron al azar 53 fincas y de ellas se pudo extraer información, la cual después de analizarse, los resultados fueron que los sistemas de producción bovina que sobresalen de la zona de Cañas en Costa Rica, son la producción de carne, mixto (ganadería de carne con cultivos) y el doble propósito.

En este trabajo realizado por [44], elaboró una encuesta con el fin de obtener información y posteriormente analizar las variables realizando el método factorial por correspondencias múltiples, seguido por un análisis de conglomerados para determinar el agrupamiento de las fincas respecto a sus características semejantes. Como resultados se obtuvo, que la variabilidad esta relacionada con los aspectos de productividad y la gestión técnica y administrativa de las fincas ganaderas.

En éste estudio, [48] hizo una caracterización de 249 fincas ganaderas en la Amazonía Colombiana, donde se asocian respecto a su extensión. Resultan los siguientes tres grupos: Las fincas pequeñas menores a 100 ha, las fincas medianas entre 101 - 500 ha y finalmente, las fincas grandes mayores de 501 ha. Se tiene que dependiendo del tamaño de finca, así mismo se adopta una alternativa productiva.

Capítulo 3

Técnicas de estadística multivariada para la tipificación de sistemas de producción pecuarios de la zona centro del departamento del Tolima

3.1. Introducción

El presente trabajo se refiere al tema de las técnicas Multivariantes, que se puede definir como la relación simultánea entre el comportamiento de más de dos variables. Una gran parte de técnicas multivariantes son extensiones de técnicas univariantes (análisis de distribución de variables, etc.) o bivariantes (análisis de varianza, covarianza, regresión, etc.). Las técnicas de análisis multivariante constituyen herramientas más adecuada para estudiar aquellos fenómenos más complejos donde intervienen multitud de variables y factores [27].

El análisis multivariante (AM) es la parte de la estadística que estudia, examina, representa e interpreta los datos que resultan de observar más de

dos variables estadísticas sobre una muestra de individuos. Las variables observables son lo más homogéneas posibles y correlacionadas. La información estadística en el AM es de carácter multidimensional, por lo tanto, la geometría, el cálculo matricial y las distribuciones multivariantes juegan un papel fundamental [16].

Se realizó una encuesta con base en variables cuantitativas y cualitativas tomando la información primaria sobre un total 224 Fincas de la Zona Centro del Tolima, para Establecer una tipología de productores ganaderos en esta zona del departamento del Tolima. Con base en el análisis univariado, bivariado y multivariado, se identifica el manejo productivo para sistematizar el conocimiento local de los productores frente al manejo de especies leñosas y actividades propias como parte del sistema pecuario.

[45], [49], [60], [33], [12], [59] y [46], utilizan técnicas de análisis multivariante como el análisis de componentes principales, correspondencia múltiple y análisis clúster, los que incluyen un conjunto de técnicas y métodos que nos permiten estudiar conjuntos de variables en una población de individuos.

3.2. Materiales y métodos

Este estudio se realizó en el marco del proyecto Implementación y facilitación de procesos de innovación en zonas ganaderas competitivas, liderado por el Comité Departamental de Ganaderos del Tolima en alianza con la Universidad del Tolima y la Gobernación, el cual fue financiado mediante el Sistema Nacional de Regalías.

3.2.1. Zona de estudio

El presente trabajo se realizó en la zona rural de la zona centro del departamento del Tolima, correspondiente a los municipios de Alvarado, Ibagué y Valle de San Juan. El municipio de Alvarado tiene una superficie total

de 34.379,51 *ha.* de las cuales 57,01 *ha.* corresponden a superficie urbana y 34.322,5 *ha.* a la zona rural. Su cabecera se localiza sobre los 4°34' de latitud norte y los 74°57' de longitud oeste [14]. Ibagué cuenta con un área total de 1.439 *km*², de los cuales el 2,41 % pertenece al área urbana y 97,59 % al área rural [3]. El municipio está ubicado en las coordenadas: *N* 4°15' a *N* 4°40' y *W* 75°00' a *W* 75°30' [62]. El Municipio de Valle de San Juan se localiza al centro del departamento del Tolima, con coordenadas: *N* 0°41'36" y *W* 1°1'44" del meridiano Greenwich. Tiene una superficie total de 19.946,53 *ha.* de los cuales 44,14 *ha.* corresponden a la superficie urbana y 19.902,39 *ha.* a la zona rural [15].

3.2.2. Recolección de la información

La metodología que se plantea permitió establecer una tipología propia de pequeños, medianos y grandes productores ganaderos de la zona centro del departamento. Lo anterior, mediante la identificación de características puntuales, a fin de obtener un diagnóstico real de la situación de los ganaderos en el Tolima.

La recolección de la información se llevó a cabo por el grupo de extensionistas del Comité de Ganaderos del Tolima, quienes aplicaron 224 encuestas estructuradas (1 por finca), en donde se comprendían preguntas tanto de tipo cuantitativo como de tipo cualitativo. Los temas indagados a los productores estuvieron relacionados con ítems de estructura agraria, social, demográfica, tecnológica, zootécnica y sanitaria. Se usaron algunos indicadores productivos y sociales empleados en el estudio de [53] y por [29].

Un índice educativo fue construido con base en el indicador propuesto por [52], así:

$$IE = F(1) \sum_{I=1}^k nX_i(\text{grados})$$

Dónde: IE , es el Índice Educativo; n : número de integrantes de la familia, X_i es la i -ésima característica para el grado con $i : 1, 2, 3, \dots, k$ características, $F(1)$: factor de corrección, No estudio: 0, 0; Primaria: 0, 3; Secundaria: 0, 5; Universitario: 1, 0.

3.2.3. Muestreo

Se diseñó un cuestionario estructurado con preguntas sobre aspectos demográficos, sociales, físicos, financieros y ambientales, cuya información se tabuló en una hoja de cálculo, mediante el uso del programa computarizado Excel, Versión 15.26 (160910), en la cual se seleccionaron las variables. Con base en estas variables se hizo un análisis estadístico multivariado, que permitió hacer un agrupamiento de las fincas.

El software estadístico utilizado fue el Infostat versión profesional [19].

Se realizó un muestreo por *tamaño de muestra en subpoblaciones*, ya que nos permite identificar las subpoblaciones previamente ya que existen divisiones geográficas o administrativas que así lo facilitan [43]. Para determinar el tamaño de la muestra para cada una de las subpoblaciones se utilizara la siguiente fórmula:

$$n_k = \frac{\frac{z_k^2 S_k^{*2}}{\delta_k^2}}{1 + \frac{1}{N_k} \left(\frac{z_k^2 S_k^{*2}}{\delta_k^2} \right)}, \quad k = 1, \dots, L \quad (3.1)$$

Para la tipificación de fincas, el análisis de la información se realizó siguiendo la metodología propuesta por [6], con los siguientes pasos: 1) revisión y selección de variables para el análisis de tipificación y clasificación; se identificaron aquellas variables que contribuían a la clasificación de los predios, descartando variables que son combinación lineal de otras variables.

2) Análisis de componentes principales (ACP); este análisis permite sintetizar la información, reduciendo el banco de datos de aproximadamente 270 variables a diez variables, ya que estas retienen la mayor variabilidad; esto se realiza con el objetivo de perder la menor cantidad de información posible. 3) Análisis de conglomerados o análisis de clúster (AC), el cual permitió implementar distintos procesos para agrupar las fincas con base en un conjunto de valores de varias variables [4]. 4) Análisis discriminante canónico (ADC), este permitió confirmar el conjunto de variables de mayor peso en la discriminación para la formación de los grupos o clúster.

3.2.4. Análisis estadístico

En este trabajo se emplea los siguientes métodos o técnicas estadísticas:

- Análisis de componentes principales (ACP).
- Análisis de conglomerados (AC).
- Análisis de discriminante canónico (ADC).
- Análisis de correlación canónica (ACC).

Estas técnicas multivariadas se explicaron en el capítulo anterior.

3.3. Resultados

3.3.1. Coeficientes de correlación de Pearson

Desde un punto de vista estadístico, se pueden obviar los supuestos de normalidad, homocedasticidad y linealidad siendo conscientes de que su incumplimiento produce una disminución en las correlaciones observadas [27]; pero es importante que haya cierto grado de correlación entre las variables.

Para medir la correlación entre las variables se usó el coeficiente de correlación de Pearson, ya que es una medida que permite determinar la

magnitud de la asociación lineal entre dos variables que no depende de las unidades de medida de las variables originales [19].

Tabla 3.1: Coeficientes de correlación de Pearson

	Área Predio	Área Pecuaria	Bosques	Cultivos	Pastos Naturales	Potreros	UGG
Área Predio	1,00						
Área Pecuaria	0,97	1,00					
Bosques	0,80	0,70	1,00				
Cultivos	0,31	0,17	0,04	1,00			
Pastos Naturales	0,93	0,97	0,70	0,06	1,00		
Potreros	0,43	0,45	0,30	0,12	0,35	1,00	
UGG	0,32	0,30	0,14	0,08	0,27	0,41	1,00

La tabla 3.1 revela que hay un número decisivo de correlaciones que superan el umbral de 0,30, por ende el análisis factorial es apropiado.

3.3.2. Análisis de componentes principales (ACP)

Los autovalores o eigenvalues, mostraron que el primer componente, con un valor de $\lambda = 3,93$ explicó el 39 % de la variación; el segundo componente explicó el 13 % con $\lambda = 1,33$ y el tercer componente ($\lambda = 1,15$) explicó el 12 %. Estos tres primeros componentes explicaron el 64 % acumulado de la variación del total de la muestra por lo que se puede considerar que éste es un valor lo suficientemente alto y es notorio un decrecimiento a partir del cuarto valor; es decir, los tres primeros explicaron la mayoría de los componentes.

En la Figura 3.1 se presenta el gráfico de sedimentación de los componentes, que suele ser utilizado también como contraste gráfico para conocer el número de componentes a retener; según este criterio se opta por recurrir a los tres primeros componentes, que están situadas previamente a la zona de sedimentación, entendiendo por esta la parte del gráfico en la que los componentes empiezan a no presentar pendientes fuertes [7].

El análisis de componentes principales (ACP) permite la reducción a las diez variables originales, procediéndose a renombrar los componentes en

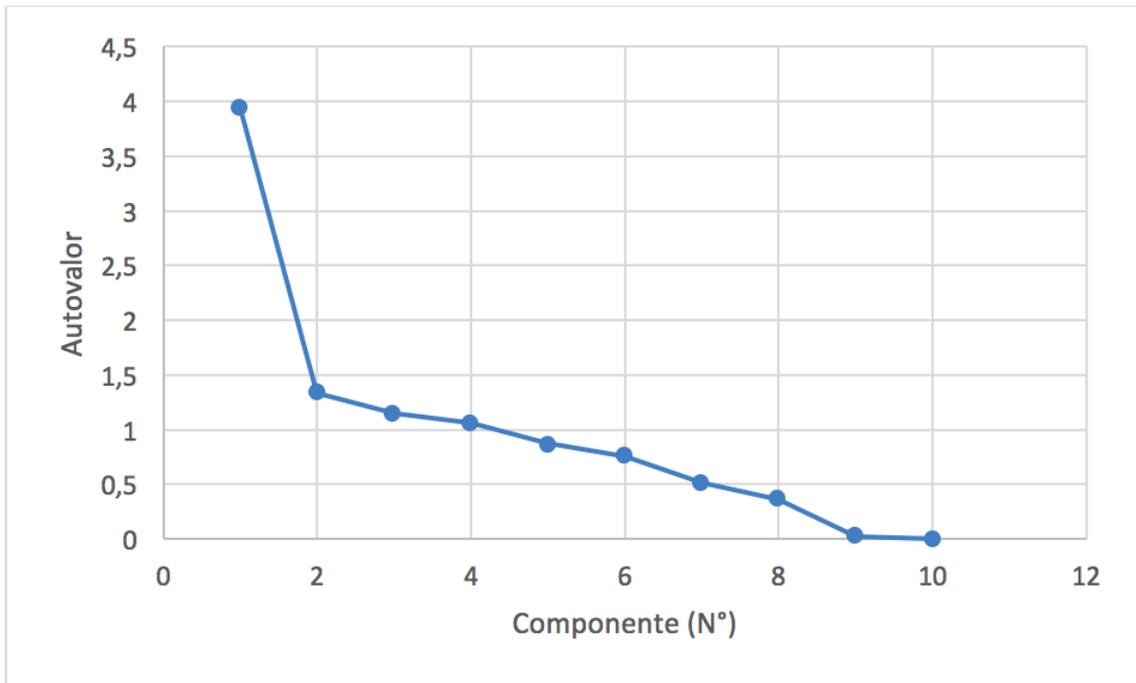


Figura 3.1: Método de extracción de análisis de componentes principales, rotación Varimax con normalización Kaiser.

función de las variables iniciales que incorporan, así: Primer Componente, el cual engloba al conjunto de atributos que se concentran en la encuesta como pertenecientes al grupo de forrajes: Área predial, Área Pecuaria, Bosques, Pastos Naturales, con coeficientes de 0,49; 0,49; 0,40 y 0,47 respectivamente. El segundo componente, el cual agrupa variables Pecuarias: Unidad Gran Ganado (UGG), Potreros, Leche Vaca día y Cultivos, con coeficientes de 0,44; 0,40; 0,64 y 0,11, respectivamente y el tercer componente con las variables sociales: Índice Educativo (IE) y trabajadores con 0,38 y 0,17, respectivamente.

En la figura 3.2 se observa que con estos dos ejes se explica el 52% de la variabilidad total en las observaciones. CP1 separa las fincas entre las más extensas influenciada por las variables Área predial, Área Pecuaria y Pastos Naturales.

Las asociaciones entre variables según los ángulos de los vectores que los

representan, se puede inferir que las variables con ángulos agudos indican correlaciones positivas, en tanto que el IE respecto a Área Predio presenta un ángulo obtuso correspondiendo una correlación negativa entre las variables. IE es una variable que no constituye variación significativa en las diferentes fincas, esto concuerda con la [10] cuando afirma que si no se estandarizan los datos, las longitudes de los vectores son proporcionales a las varianzas de las variables, de tal manera que un vector de poca longitud sugiere poca variabilidad en la respectiva variable, como es el caso de la IE y la variable Cultivos (figura 3.2). Siguiendo a [29] se observa que la distancia al origen indica que las variables Área Predial, Área Pecuaria y Pastos Naturales son las más importantes, siendo su contribución mayor mientras más distantes se encuentren. La cercanía entre las variables indica una agrupación que relaciona una actividad común a este grupo de variables.

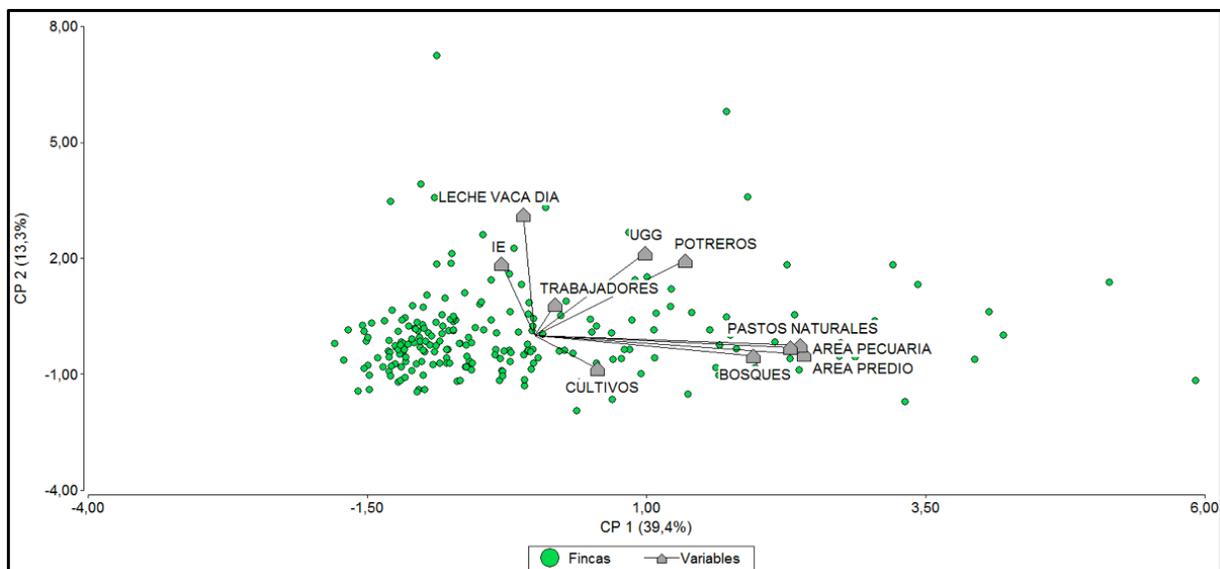


Figura 3.2: Análisis biplot para 224 fincas de la zona centro del Tolima.

Por otra parte, un recurso importante para identificar las variables que más influencia tiene en un ejercicio de agrupamiento de individuos es la comu-

nalidad. Las denominadas Comunalidades en el inicio de una técnica ACP siempre son iguales a uno, cobrando sentido en los componentes obtenidos al final. Al considerar tan sólo un número reducido de factores entre todas las variables observadas, la varianza total no queda totalmente explicada. Por tanto, sus valores oscilarán entre cero y uno, es decir, entre la posibilidad de que los factores comunes no expliquen nada de la variabilidad de una variable o que por el contrario ésta quede totalmente explicada por los factores comunes [7]. La Tabla 3.2 muestra las Comunalidades obtenidas para cada una de las variables, una vez realizada la extracción. Así, podemos comprobar cuales variables explican en mayor proporción la varianza según su participación en los factores o componentes resultantes en el análisis y cuales en menor medida.

Tabla 3.2: Método de extracción con base en el cálculo de Comunalidades.

Variables	Inicial	Comunalidades
Área predio	1	0,2517
Área pecuaria	1	0,2451
Bosques	1	0,245
Cultivos	1	0,1889
Pastos naturales	1	0,2389
Potreros	1	0,2708
UGG	1	0,4836
IE	1	0,398
Trabajadores	1	0,2609
Leche vaca día	1	0,4101

3.3.3. Análisis de conglomerados (AC)

El dendrograma (Figura 3.3) mostró tres grupos con características diferenciadoras entre sí y tamaños diferentes, lo cual sugiere la existencia de tres grupos de fincas consolidados. Un grupo (conglomerado 1) con 135 unidades de análisis que contiene las fincas con un promedio de 24,0 ha (*E.E.* 1,59) sin diferencias significativas ($p > 0,05$) respecto al conglome-

rado 2 (61 fincas) que tiene en promedio 15,30 ha (*E.E.* 1,42), pero estos dos grupos si presentan diferencias estadísticas frente al conglomerado 3 que agrupo a las 28 fincas más grandes con una media de 108,75 ha (*E.E.* 16,38). Un criterio frecuentemente utilizado es trazar la línea de referencia a una distancia igual al 50 % de la distancia máxima [19]. En este caso la distancia máxima es cercana a 78,65, por lo que el punto de corte se trazó en 39,32, por tal motivo se escoge tres conglomerados.

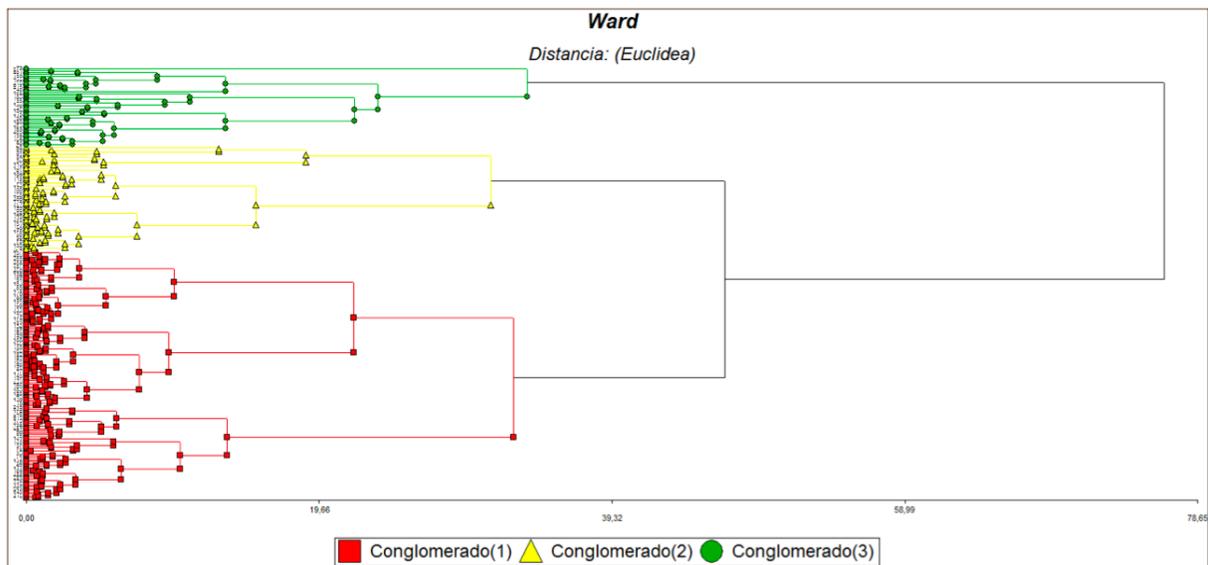


Figura 3.3: Dendrograma del análisis de conglomerados, según la técnica de Ward, para 224 fincas de la zona centro del Tolima.

Mediante la *prueba Hotelling corregida por la desigualdad de Bonferroni* se realiza la comparación de vectores medios entre grupos, lo que permitió establecer diferencias significativas entre las áreas de usos del suelo entre las fincas de los conglomerados 1 y 2 respecto al grupo 3, ver tabla 3.3. De hecho por ser las fincas más grandes, el conglomerado 3 es el que tiene más área dedicada a la ganadería, sin embargo, la proporción del usos pecuarios es la más baja respecto a las otras dos, representando el 81; 78 y 65 % para los conglomerados 2, 1 y 3 respectivamente. Lo cual significa que las fincas más pequeñas tienen menos probabilidad de dar

un uso diferente al pecuario, a diferencia de las fincas de conglomerado 3 en las cuales se presenta un área considerable destinada a cultivos que representa el 8,6 % del área, respecto al 7,5 % de los otros dos conglomerados. En el mismo sentido, la mayor extensión de las fincas del grupo 3 tiene una gran posibilidad de dejar áreas en bosque representadas en un 22,7 %, respecto al solo 11,3 % en las otras dos agrupaciones.

Tabla 3.3: Comparación de medias multivariadas mediante la prueba de Hotelling con nivel corregido por Bonferroni Alfa=0,05

Conglomerado	Pecuaria	Bosques	Cultivos	Pastos Naturales	Pastos Mejorados	n	
3	70,98	24,71	9,43	58,57	11,29	28	A
2	12,41	1,67	0,95	9,18	2,24	61	B
1	18,74	2,74	2,03	17,03	1,63	135	B
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)</i>							

Las proporciones de pastos mejorados respecto a los pastos naturales puede constituir un indicador de desarrollo tecnológico y grado de capitalización, así, el nivel de sustitución por especies mejoradas da una idea de la eficiencia de los conglomerados de fincas, siendo la proporción del área bajo pastos mejorados un 14,6 %; 6,8 % y 10,3 % para los conglomerados 2, 1 y 3 respectivamente. Esto se confirma al establecer la relación de área de pastos mejorados respecto a pastos naturales, siendo de 0,24; 0,10 y 0,19 para los conglomerados en mención correspondiente, lo cual sugiere que hay un mayor nivel de sustitución de pasturas naturales por mejoradas en el conglomerado 2.

Al establecer una relación de las UGG con el área pecuaria, la mejor eficiencia se confirma en las fincas del conglomerado 2 con una carga animal de 1,1 UGG/ha, seguidas de las fincas del conglomerado 1 (0,8 UGG/ha) siendo la carga más baja para las fincas de los conglomerados 3 (0,49 UGG/ha), lo que sugiere que las fincas grandes no son tan eficientes dada su carga baja, típica de ganaderías extensivas; por lo tanto, tienen menor presión productiva.

3.3.4. Indicadores pecuarios

Los indicadores de producción animal permiten inferir que las fincas del conglomerado 3 son la que manejan más animales y debido a su extensión poseen una gran cantidad de división de potreros. No obstante, las fincas más pequeñas (conglomerado 2) con menos UGG son las que presentaron más cantidad de leche producida por vaca al día. Esto confirma la mejor eficiencia de estas fincas representada en una mayor carga animal como se expresó anteriormente.

Tabla 3.4: Indicadores pecuarios de los conglomerados de las fincas de la zona centro del departamento del Tolima.

Conglomerados	Potreros/Finca		UGG/Finca		Leche Vaca Día/Finca	
	Medias	E.E.	Medias	E.E.	Medias	E.E.
2	6,43	0,51b	13,64	1,31a	29,66	9,47b
1	4,73	0,24a	15,35	0,89a	10,20	2,04ab
3	9,61	1,08c	33,01	5,17b	6,38	3,82a

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).
Test de Tukey, p -valor $< 0,0001$. Las letras corresponden a los diferentes grupos (diferencia estadística) de clasificación multivariados.
Nivel de significancia alfa = 0.05.*

Existe heterogeneidad para cada una de las variables de la tabla 3.4; esto se debe a que por clúster las observaciones varían considerablemente su tamaño.

3.3.5. Indicadores sociales

Las familias se representan por ser pequeñas y mononucleares, con una media de integrantes de 3,54; 3,33 y 2,82 para los conglomerados 2,1 y 3 respectivamente; el nivel de escolaridad es bajo para los conglomerados 1 y 3 ya que se estimó un índice educativo de 1,43 y 1,70, respectivamente, con diferencias significativas ($p > 0,05$) respecto al conglomerado 2 que obtuvo un índice de 3,20. Como ganaderías extensivas que son, el potencial de empleo es bajo encontrándose que los trabajadores reportados por

finca presentaron una media para el conglomerados 2 de 1,41; para el conglomerado 1 de 0,76 y para el conglomerado 3 de 0,89, trabajadores por finca.

3.3.6. Análisis discriminante canónico (AD)

Buscando determinar cuáles fueron las variables que más relevancia tuvieron en la caracterización de los tres grupos, se realizó un análisis discriminante canónico, con lo cual se pudo establecer que la primera función explicó un 74,04% de la variación. La segunda función explicó el 25,96%. La matriz de clasificación cruzada permite observar que el Clúster número 1 es el único que presenta porcentaje de error (0,71%) y solo posee 1 elemento mal clasificado; el Clúster 2 y 3 no posee porcentaje de error, por lo tanto, sus elementos están bien clasificados (tabla 3.5). Se puede concluir que es una buena clasificación debido al bajo valor del árbol de recorrido mínimo ($ARM = 37,850$) (Figura 3.4).

Tabla 3.5: Matriz de clasificación cruzada.

Grupo	1	2	3	Total	Error (%)
1	135	1	0	136	0,74
2	0	60	0	60	0,00
3	0	0	28	28	0,00
Total	135	61	28	224	0,45

El árbol de recorrido mínimo (ARM) une los puntos u observaciones de acuerdo a la distancia entre ellos calculada en el espacio original. En este trabajo el ARM permite visualizar mejor las asociaciones entre fincas en función de sus variables. En el gráfico se puede identificar claramente cada uno de los Clústeres y en cada uno de estos se puede observar su relación con las Variables Índice Educativo (IE), Unidad Gran Ganado (UGG), Potreros, Trabajadores y Leche Vaca día.

El clúster 1 se caracteriza por estar más cerca del clúster 2 que del clúster 3; sin embargo, la variable UGG del clúster 1 se relaciona más con el

clúster 3 que con el clúster 2.

El clúster 3 que está conformado por las fincas de mayor superficie, se encuentra cerca de la variable Área del Predio. Se puede concluir, que los Clústeres están bien clasificados ya que, las observaciones se agrupan cerca de unas variables y alejadas de otras, pero manteniendo una distancia relativa entre los Clústeres.

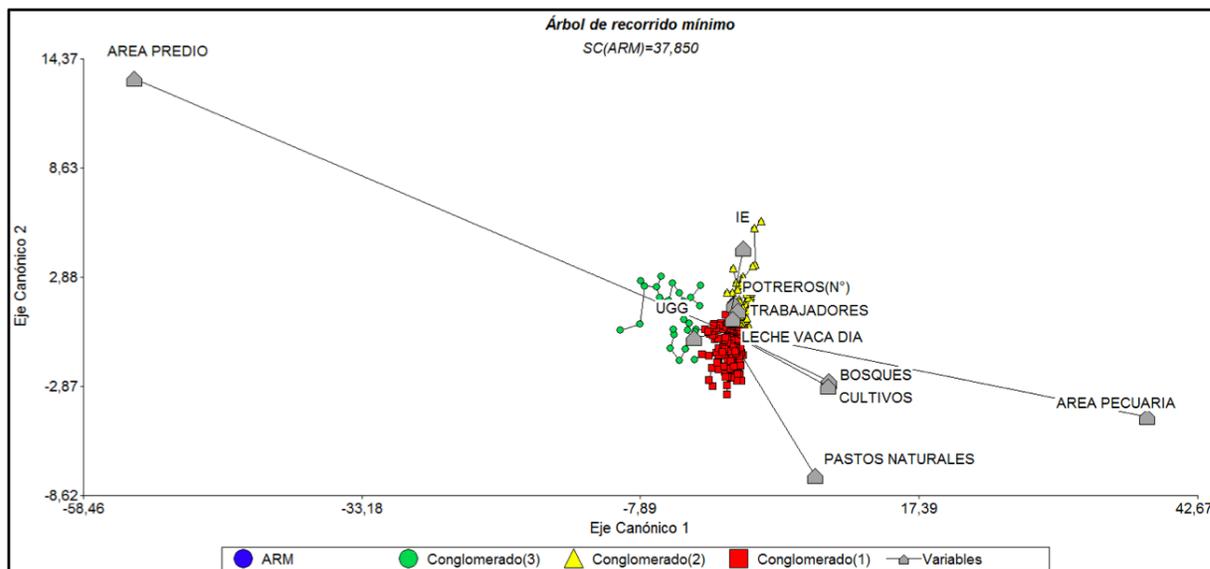


Figura 3.4: Árbol de recorrido mínimo (*ARM*).

3.4. Discusión

Los resultados de esta estudio, denotan una tendencia similar a los sistemas ganaderos ubicados en el área de bajura del departamento del Tolima expresados por [41] donde se tipifican tres grupos que siguen la misma tendencia representada en pocos predios extensos (5% de la muestra) y muchos pequeños y medianos, constituyendo estos últimos el tipo predominante del valle cálido del Magdalena tolimense.

La carga animal constituye un indicador relevante en la caracterización de un sistema de producción ganadero. En este estudio, se devela la natura-

leza extensiva de la ganadería la cual sigue la tendencia de la media nacional que está por debajo de una UGG/ha [23]; solo en el conglomerado 2 de este estudio se reportó una carga animal que sobrepasa significativamente la media nacional. De igual manera, la producción de Leche Vaca día sugiere un grupo de fincas con alta eficiencia productiva, la cual se asemeja a lo encontrado por [54] en uno de los conglomerados analizados en fincas de la zona rural de Ibagué.

Este estudio confirma la utilidad de la estadística multivariada para caracterizar y tipificar los sistemas de producción pecuarios, tal como le había expresado [41] en cuyo trabajo se ratifica la naturaleza extensiva de la ganadería de bajura del valle cálido del Tolima.

De igual manera, como se concluye en los trabajos de [53] y [41] los estudios de caracterización y tipificación permiten tener un mejor conocimiento de los sistemas de producción como base para la planificación y distribución más eficiente de los recursos. En el mismo sentido, las técnicas de estadística multivariada usadas en este estudio ratifican lo sugerido por [61] quien concluye sobre la utilidad de la gran diversidad de técnicas disponibles, de las cuales el investigador debe seleccionar aquellas que considere más adecuadas a sus datos y sobre todo a su objetivo científico

3.5. Conclusiones

Las técnicas multivariantes son una herramienta primordial en la tipificación de los sistemas de producción pecuaria, ya que se puede describir y analizar diversas variables para cada unidad de estudio.

Cuando se está trabajando con fincas en las cuales existe gran variabilidad, un recurso importante para identificar las variables que más influencia tiene en un ejercicio de agrupamiento de individuos es el análisis de componentes principales, mediante el cual, se determina las variables que tienen más peso en el agrupamiento en Clústeres.

Los estudios de caracterización y tipificación facilitan una mejor interpretación de la variabilidad productiva y social de los sistemas de producción pecuarios.

Para realizar un estudio de caracterización y tipificación existe una gran diversidad de técnicas, de las cuales el investigador debe escoger las que considere más apropiadas para la interpretación de sus datos, que le permitan cumplir con sus objetivos.

3.6. Agradecimientos

El presente estudio fue financiado por el proyecto Implementación y facilitación de procesos de innovación en zonas ganaderas competitivas, por lo cual, expresamos nuestros agradecimientos al Comité de Ganaderos del Tolima, a la Gobernación del Tolima y a la Universidad del Tolima.

Capítulo 4

Indicadores Bioeconómicos de fincas ganaderas de la zona centro del departamento del Tolima

4.1. Introducción

En el presente capítulo se tratará acerca de los aspectos bioeconómicos en los que se ve inmersos las fincas ganaderas de la zona centro del departamento del Tolima.

Conocer el conjunto de las actividades económicas es fundamental para el desarrollo y crecimiento de una región, ya que se puede hacer un análisis y determinar que aspectos contribuyen positiva o negativamente en su progreso.

La “Bioeconomía” es la producción y la utilización de los recursos biológicos, la tecnología y la inteligencia biológica con el fin de suministrar productos, procedimientos y servicios a todos los sectores económicos en el marco de un sistema económico sostenible.

Según [37] la producción pecuaria bovina en el departamento de el Tolima, es una de sus principales renglones económicos y su producción ganadera es manejada por pequeños y medianos productores, que ven de esta su única fuente de ingresos.

4.2. Materiales y métodos

4.2.1. Zona de estudio

El presente trabajo se realizó en la zona rural de la zona centro del departamento del Tolima, correspondiente a los municipios de Alvarado, Ibagué y Valle de San Juan. El municipio de Alvarado tiene una superficie total de 34.379,51 ha. de las cuales 57,1 ha. corresponden a superficie urbana y 34.322,5 ha. a la zona rural. Su cabecera se localiza sobre los $4^{\circ}34'$ de latitud norte y los $74^{\circ}57'$ de longitud oeste [14].

Ibagué cuenta con un área total de 1.439km^2 , de los cuales el 2,41 % pertenece al área urbana y 97,59 % al área rural [3]. El municipio está ubicado en las coordenadas: $N 4^{\circ}15'$ a $N 4^{\circ}40'$ y $W 75^{\circ}00'$ a $W 75^{\circ}30'$ [62].

El Municipio de Valle de San Juan se localiza al centro del departamento del Tolima, con coordenadas: $N 4^{\circ}11'36''$ y $W 1^{\circ}1'44''$ del meridiano Greenwich. Tiene una superficie total de 19.946,53 ha. de los cuales 44,14 has corresponden a la superficie urbana y 19.902,39 ha. a la zona rural. [15].

4.2.2. Muestreo

Se realizó un muestreo por conglomerados ya que es un muestreo probabilístico en que los elementos de la población son seleccionados al azar. Una de sus ventajas es que ésta técnica de muestreo es económica, rápida y fácil de realizar.

Para ello, se estableció contacto con productores pecuarios y se realizaron visitas previamente autorizadas, esto con el fin de recaudar información

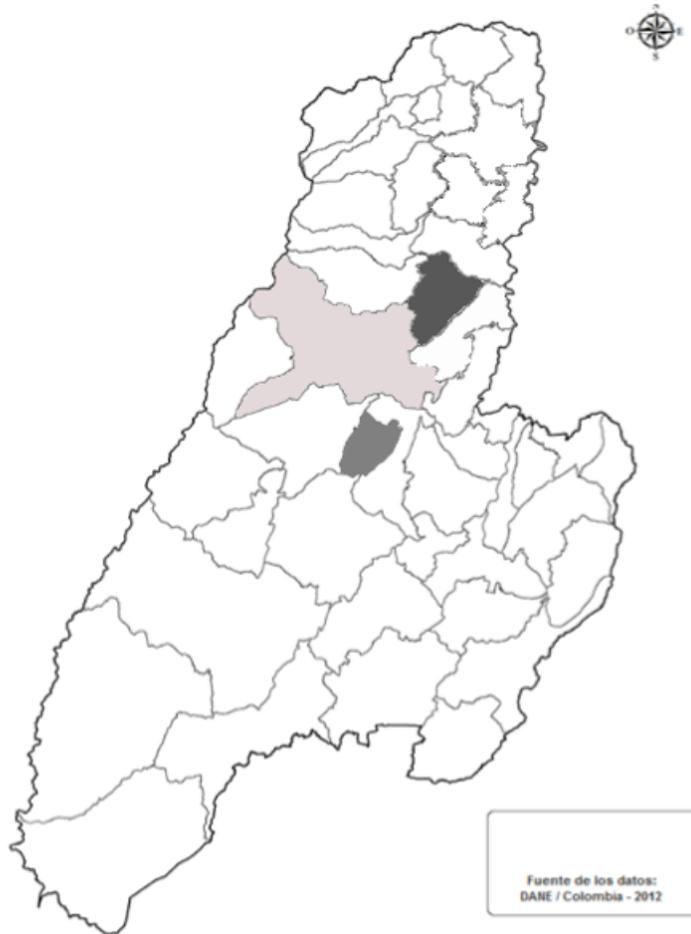


Figura 4.1: Localización de los municipios objeto de estudio, departamento del Tolima.

que permita caracterizar y tipificar las fincas; el grupo investigativo recolectó dicha información mediante observaciones, entrevistas y en cuestionarios mixtos. La encuesta se diseñó con base en variables cuantitativas y cualitativas tomando la información primaria sobre un total 224 Fincas de la Zona Centro del Tolima, adscritas al proyecto.

4.2.3. Análisis de información

La información obtenida de las encuestas se trabajó en primera instancia con estadística descriptiva para la obtención de promedios, número de datos, mínimos, máximos, varianzas y error estándar.

El análisis discriminante canónico, se realizó por medio de estadística mul-

tivariada, para lo cual se siguieron los criterios establecidos en 1986 por la Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP), los cuales, consisten en buscar homogeneidad de productores a nivel de finca y no a nivel de zona geográfica [21].

4.3. Resultados y discusión

Como se visualiza en la Figura 4.2, de las 17.220 fincas que reportaron un inventario bovino en el departamento del Tolima, el [30] en su Censo Pecuario Nacional, determinó que el 83,4 % eran fincas cuya extensión no comprendían más de 50 ha, y tan solo el 0,4 % correspondían a fincas mayores a 500 ha; indicando que la producción ganadera en el departamento se conforma en su mayoría por pequeños y medianos productores. Una tendencia similar se reportó en el estudio de [41] sobre la ganadería en el Valle Cálido del Tolima, donde el número de fincas con áreas menores a 50 ha correspondían al 95 % de la muestra total analizada, y tan solo el 5 % comprendían predios más grandes, por encima de las 50 ha.

Como se puede apreciar en la Figura 4.3, los 3 municipios objeto de investigación: Alvarado, Ibagué y Valle de San Juan, no se alejan de la situación que reporta el departamento en cuanto al tamaño de los predios, pues en todos, el número de fincas con áreas menores a 50 ha. sobrepasa el 50 % (73 %, 88 % y 72 % respectivamente para estos tres municipios) del total de fincas reportadas con inventario bovino por municipio [30].

Según [51] el índice Gini rural que reportaba el país era de 0,88, es decir, había logrado un aumento de 0,74 a 0,88 en tan solo la última década; este aumento indica que la tierra rural se ha concentrado en más personas. Así mismo, según el Cede, de la Universidad de Los Andes, la mayor concentración de tierra en el país se da en los departamentos de Córdoba y Caquetá, y la mayor desigualdad en Antioquia y Valle [51]; y cabe resaltar

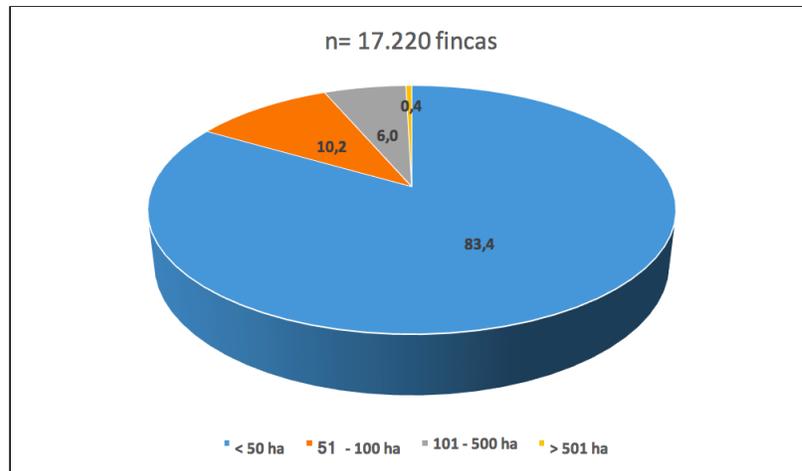


Figura 4.2: Proporción según tamaño de fincas ganaderas en el departamento del Tolima (ICA, 2017).

que la alta concentración de la propiedad rural, se atribuye a zonas dedicadas a la ganadería y zonas en las que se explotan recursos naturales [37].

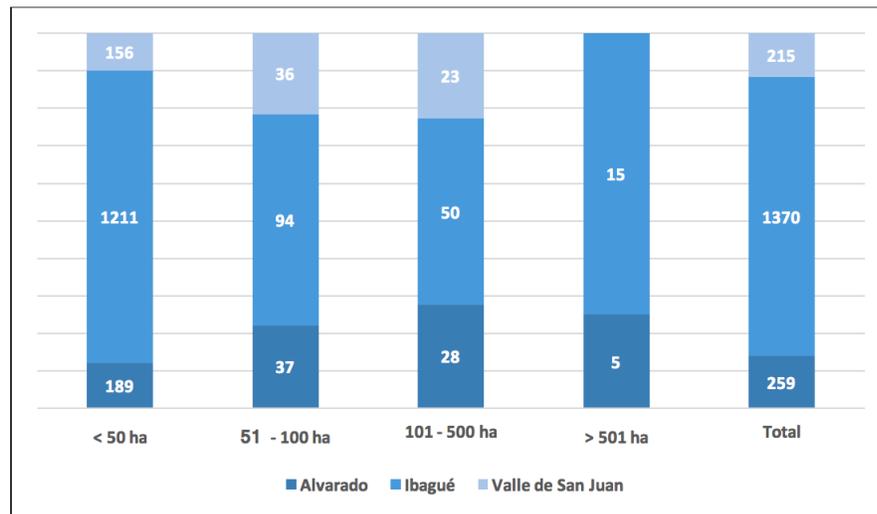


Figura 4.3: Número de fincas ganaderas según en 3 municipios del centro del Tolima (ICA, 2017).

4.3.1. Análisis de discriminante canónico (ADC) de la muestra analizada

En este análisis, se pueden interpretar diferencias entre grupos tomando como referencia el eje canónico 2.

Tabla 4.1: Autovalores asociados a los ejes canónicos

Autovalores	%	Porcentaje Acumulado
3,48	74,04	74,04
1,22	25,96	100,00

El eje canónico 2 explica poca variación entre los grupos; El autovalor asociado indica que el porcentaje de variación explicada sobre este eje es de 25,96 %, ver tabla 4.1.

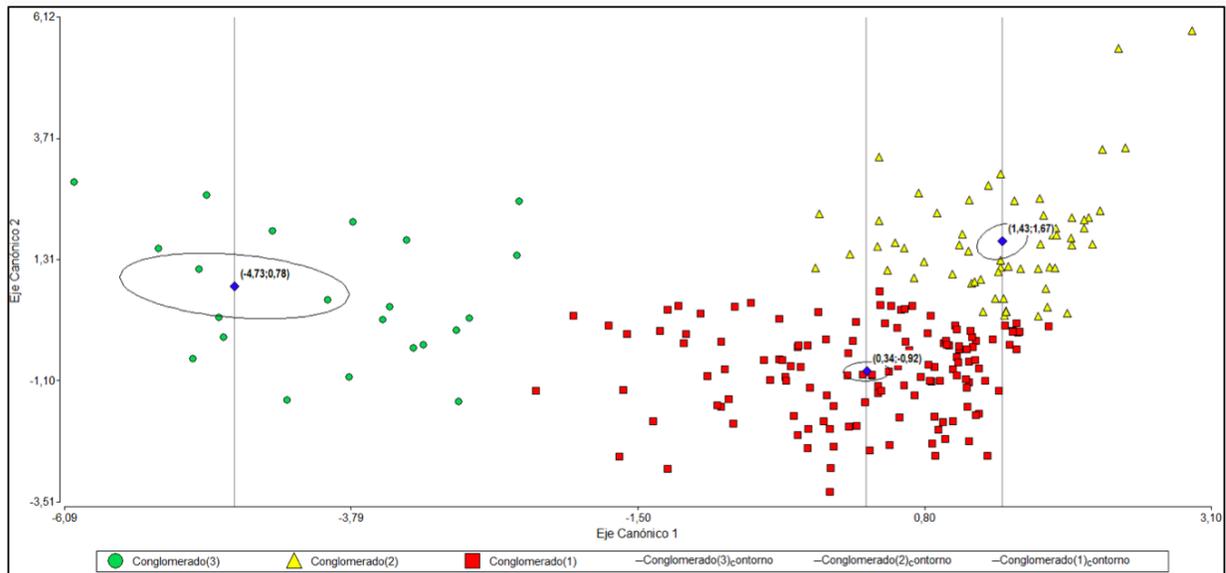


Figura 4.4: Elipses de confianza para el centroide de observaciones multivariadas de tres conglomerados en el espacio discriminante. Líneas verticales corresponden al centroide de cada grupo sobre el eje canónico 1.

Los centroides en el espacio discriminante evidencia que el conglomerado 3 se opone a los otros dos grupos en el eje canónico 1, señalando que las diferencias en el Área de Predio permiten discriminar observaciones del C3 respecto al C1 y C2.

4.3.2. Nivel educativo

Un componente esencial para el avance económico y social de una región es la educación, pues a través de ella, las personas generan conocimientos y habilidades, que proporcionan aptitudes para un crecimiento económico sostenible.

Según [42], la satisfacción de los ciudadanos en cuanto a la oferta de educación básica y media para la ciudad de Ibagué es del 74 % en 2016, 13 puntos porcentuales por encima de la correspondiente a 2015. La principal razón de satisfacción es “porque reciben buena educación” y la principal razón de insatisfacción es “ha disminuido el nivel académico”.

Como se aprecia en la Figura 4.5, los individuos de la muestra que tuvo acceso a educación formal es predominantemente básico, ya que en los tres grupos los miembros de la familia que reportan educación primaria y secundaria sobrepasa el 70 %. Los niveles de educación universitaria aunque son alcanzados por una menor proporción de la población, tampoco es despreciable, principalmente en el C3 que alcanzó un 33 % de la población. El C2 marca la diferencia con un nivel primaria más alto, sin embargo, posiblemente corresponde a hogares jóvenes, ya que posee el mayor porcentaje (2,31 %) de la población que no ha tomado educación formal, lo que puede indicar que a este conglomerado pertenecen infantes que aún no asisten a la escuela.

Ésta situación se asemeja con el grupo más pequeño de la muestra, correspondiente a grandes fincas (C3), donde el nivel de acceso a la educación secundaria reportado en los 3 conglomerados es más bajo con 31,65 %; en la educación universitaria es significativamente alto (32,91 %). Esto puede sugerir que en las familias predominan edades adultas, en las cuales los integrantes que poseen la edad para iniciar sus estudios universitarios ya se han marchado de la casa paterna. De hecho, la abundancia de integrantes con formación universitaria en los hogares de los grupos C1 y C3 pueden sugerir la presencia de una población en su mayoría adulta, a diferencia del nivel educativo del C2, en los cuales pueden estar formados por parejas jóvenes con hijos en edad escolar.

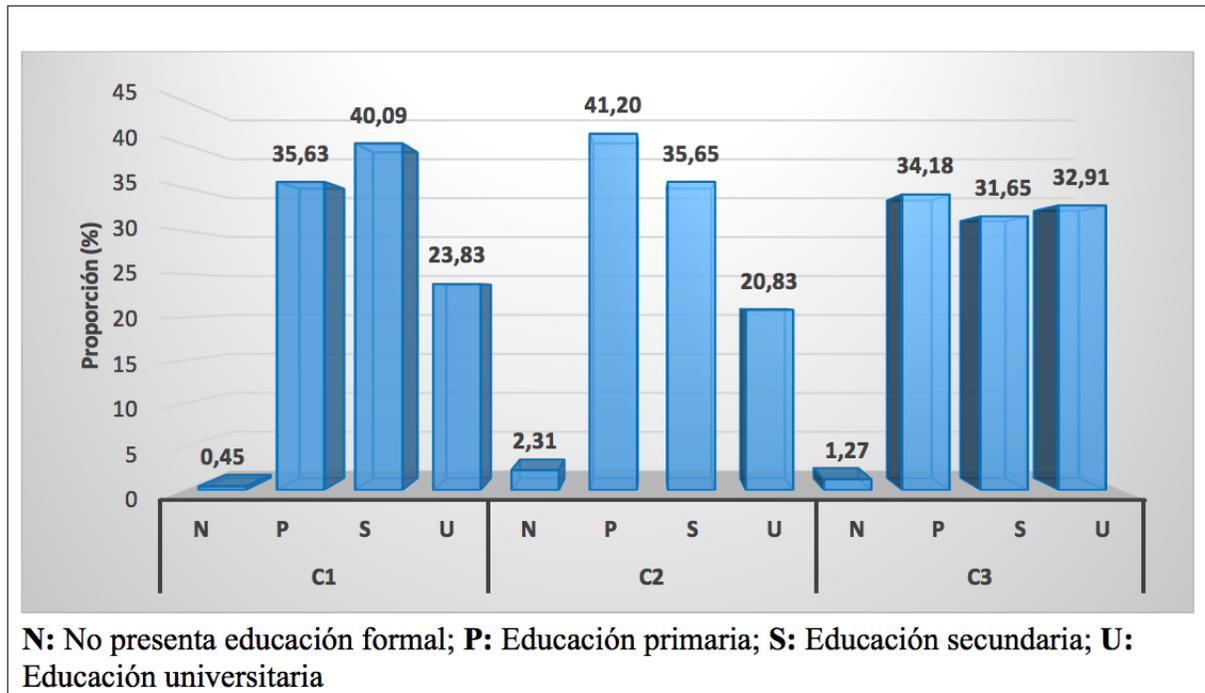


Figura 4.5: Nivel educativo de la muestra analizada en fincas ganaderas de cuatro municipios del norte del Tolima.

El índice educativo estimado para cada uno de los conglomerados indica que este es mayor para las fincas C2, (3, 20) seguido de las C3 (1, 70) y el más bajo en las C1 (1, 43), lo que implica, que es en las fincas grandes donde se ha alcanzado la mayor categoría de educación formal. Una investigación en la que se tipificó la zona rural del municipio de Ibagué hecho por [52], indica que los hogares que pertenecen al conglomerado compuesto por fincas cuya extensión es superior a las demás, presentaron un mayor índice educativo, lo cual difiere de esta investigación ya que el grupo que alcanzó un mayor índice fue el C2, el cual esta compuesto por las fincas pequeñas.

En otro estudio realizado por [55] a hogares campesinos del norte del Tolima, se reportó que los índices educativos más altos lo tienen las fincas medianas ($2,9 \pm 1,2$) y el índice más bajo en las fincas pequeñas y grandes ($1,6 \pm 1,1$ y $1,8 \pm 1,1$, respectivamente).

Tal como se sugiere en el estudio [55] concluye que las fincas que poseen más recursos económicos permiten mayores ingresos, lo que se traduce en un mejor nivel educativo. En esta investigación, en las fincas más pequeñas se obtuvo la escolaridad más baja y en las fincas más grandes el índice de escolaridad más alto.

4.3.3. Usos del suelo

Usando el análisis de conglomerados, se identificaron las variables que más contribuyeron a la variabilidad, con lo cual, fue posible visualizar tres (3) grupos o conglomerados con características similares sobre las siguientes variables: Porcentaje de área dedicada a la ganadería (Potreros con gramíneas y leguminosas, heno, silo, pastos de corte y SSP), porcentaje de área destinada a cultivos agrícolas, porcentaje de área dedicada a bosques y porcentaje de área para otros usos (Otras explotaciones y construcciones).

Tabla 4.2: Comparación de medias de usos del suelo con modelos mixtos en 3 conglomerados de tipo de fincas ganaderas del Centro del Tolima.

Usos del Suelo	C1	C2	C3
Área Ganadería (%)	79,83 ± 1,57 a	81,82 ± 2,38 b	62,65 ± 3,02 b
Área Cultivos Agrícolas (%)	8,32 ± 1,16 a	7,00 ± 1,60 b	8,71 ± 2,66 a
Área Bosques (%)	9,42 ± 0,90 a	9,28 ± 1,41 b	23,33 ± 3,76 a
Área Otros Usos	5,53 ± 1,33 a	8,18 ± 1,93 b	5,49 ± 1,85 a
Áreas Total	23,99 ± 1,59 a	15,29 ± 1,42 c	108,75 ± 16,37 b

C1: Clúster 1; C2:Clúster 2 y C3: Clúster 3.

En la tabla 4.2, se observa que los conglomerados C1, C2 y C3 presentan diferencias significativas porcentuales de 0,0001 con $p < 0,05$ tanto para el área dedicada a ganadería, cultivos agrícolas, área dedicada a bosques y para el tamaño promedio de las fincas en cada grupo. El C1 agrupó a 61 fincas pequeñas, el C2 a 135 fincas medianas y el C3 a 28 fincas grandes. El C3, generó una diferenciación entre los conglomerados por tener áreas más grandes para cada uso del suelo.

Es posible determinar que el C3 cuenta con las mayores áreas dedicadas a bosques, seguido por el conglomerado C1 y C2, lo que guarda directa proporción con el tamaño promedio de las fincas. Es decir, los predios más grandes tienen mayor posibilidad de excluir áreas de la producción agropecuaria, mientras que predios más pequeños tienden a realizar un usos más intensivo del suelo [36].

Es fundamental resaltar que las fincas objeto de estudio señalaron que su actividad económica principal era la producción ganadera, la producción agrícola sólo constituye una actividad de autoconsumo, lo que pudo ser validado, dado que el número de hectáreas destinadas a cultivos agrícolas por municipio, correspondían solo a pequeños porcentajes del área total de cada una de las fincas, siendo Valle de San Juan el municipio que reportó una mayor cantidad de hectáreas dedicadas a la producción de cultivos agrícolas con 10 % del área total de las fincas, seguido por Alvarado con un 9 % e Ibagué con 7 %.

A nivel de conglomerados, es posible identificar que el C3 (fincas grandes), es el que presenta el mayor porcentaje de área dedicada a cultivos agrícolas, 8,71 % ha, el C1 (fincas medianas) señala un promedio de área de 8,32 % ha del área total de las fincas, y el C2 (fincas pequeñas) destina el 7 % ha de su área a producción agrícola. Es evidente, que el C1 y C2 son significativamente diferentes, ya que no poseen una letra en común .

Según datos del [17] en el país existen en total 37.732.332 ha destinadas a usos agropecuarios, de las cuales el 80 % están dirigidas a actividades pecuarias, y tan solo el 7,6 % se destinan a uso agrícola.

4.3.4. Distribución del hato

Existen diferencias significativas ($p < 0,05$) en cuanto al promedio de UGG por finca entre los tres conglomerados, siendo $19,10 \pm 1,07a$; $16,80 \pm 1,83c$ y $38,55 \pm 3,20b$ para los grupos C1, C2 y C3, respectivamente. Estas UGG

están distribuidas en animales de diferentes edades como se expresa en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3: Comparación de medias para la distribución del hato tres conglomerados de productores ganaderos de la zona norte del Tolima.

Estructura de Hato (%)	Conglomerados					
	C1		C2		C3	
	Medias	E.E.	Medias	E.E.	Medias	E.E.
Vacas Horras	19,94	1,48 a	19,27	2,83 b	20,99	3,72 b
Vacas Paridas	14,97	1,28 b	11,44	2,20 b	16,24	3,02 a
Ternereras cría	8,63	0,92 a	9,72	1,51 b	5,70	1,37 a
Terneros cría	6,77	0,63 b	6,30	1,03 a	5,08	1,13 a
Hembras levante	16,73	1,59 b	14,71	2,76 a	16,86	3,51 b
Machos levante	14,23	1,70 a	18,04	3,78 a	20,11	4,88 b
Novillas vientre	5,27	0,91 b	3,58	0,89 a	8,35	1,97 a
Novillos ceba	5,31	1,31 a	10,43	3,30 b	3,66	1,72 b
Toros toretes	7,13	0,94 b	6,51	1,01 a	3,02	0,47 b

Tal como se puede observar en la Tabla 4.3, el hato ganadero en los municipios Alvarado, Ibagué y Valle de San Juan, muestran diferencias significativas para todas las variables de la distribución etárea en los tres conglomerados. Es así, como se observa, que entre las vacas horras y las hembras de levante se supera el 30 % de la población ganadera (C1: 34,91 %; C2: 30,71 %; C3: 37,23 %), con esta distribución es posible deducir que la actividad ganadera de los cuatro municipios, representada en los conglomerados, se orienta hacia el sistema doble propósito (DP), donde predomina una alta proporción de hembras en diferentes estados productivos, que orientan el sistema hacia la ganadería de cría (66,54, 58,72 y 68,14 %) respectivamente, y en menor proporción.

Es claro, que el productor mantiene una dinámica de mantenimiento productivo y reemplazo, en este sentido, las hembras que irían a reemplazar a las de producción (vacas paridas y horras), está soportado en las hembras de levante y novillas de vientre, las cuales representan un porcentaje signi-

ficativo de 22 %, 18,29 % y 25,21 % respectivamente para los conglomerados 1,2 y 3.

4.3.5. Indicadores productivos

El doble propósito es un sistema tradicional del trópico bajo latinoamericano en el cual se produce carne y leche simultáneamente utilizando como base vacas cebú/criollas o cruzadas con razas lecheras europeas, lo que generalmente va acompañado de la cría de terneros mediante amamantamiento [50]

Según [35] la actividad ganadera juega un papel muy importante desde un punto de vista socioeconómico por los beneficios que ésta representa, entre los que se destacan son: el autoempleo, la actividad de autoconsumo y la venta de becerros.

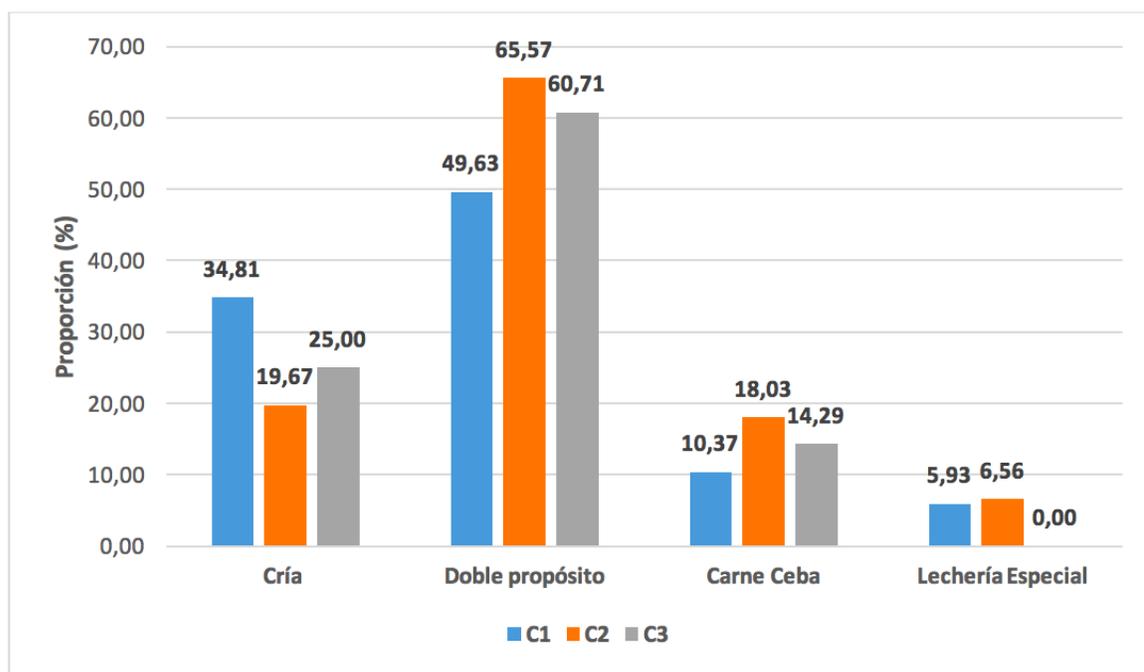


Figura 4.6: Indicadores productivos de 224 fincas de la zona Centro del Tolima.

Claramente el sistema más aplicado por los ganaderos es el doble propósito; para el conglomerado 1 su porcentaje es de 49,63 %; para el conglome-

rado 2 su porcentaje es de 65,67 % y para el conglomerado 3 su porcentaje es de 60,71 %.

4.3.6. Reproducción animal

Los aspectos de la producción animal están sustentados en la capacidad reproductiva. La ganadería bovina, exige una producción con eficiencia, que permita tener una relación costo benéfico adecuada, lo que se logra optimizando los índices reproductivos de los hatos [2].

El método reproductivo de monta natural requiere de la presencia de un macho semental, posee una alta tasa de preñez, que puede llegar fácilmente al 90 %. Esto debido a que el animal sigue siendo hasta ahora el método más certero para determinar el momento exacto en que debe ocurrir la monta [26].

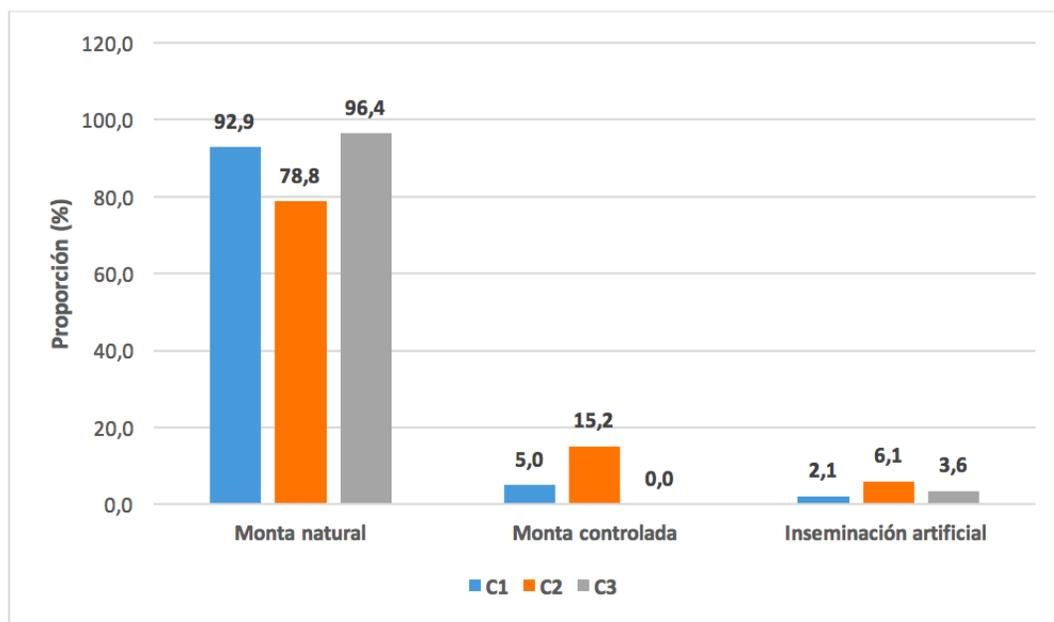


Figura 4.7: Indicadores productivos de 224 fincas de la zona Centro del Tolima.

A pesar, esta metodología presenta una serie de desventajas respecto de la inseminación artificial, como aumentar el riesgo de transmisión de enfermedades venéreas en el hato, disminuir la eficiencia del material de

reproducción (poco aprovechamiento del toro) y no tener certeza sobre las características de la progenie (cría) [26]

La inseminación artificial es importante ya que permite difundir a través de la genética las ventajas productivas de una especie con fines económicos. La grafica 4.7 refleja que el método reproductivo más utilizado por los productores pecuarios en la zona Centro del Tolima es la monta natural, para los conglomerados 2,1 y 3 sus porcentajes son de 78,8 %, 92,9 % y 96,4 % respectivamente.

4.3.7. Salud animal

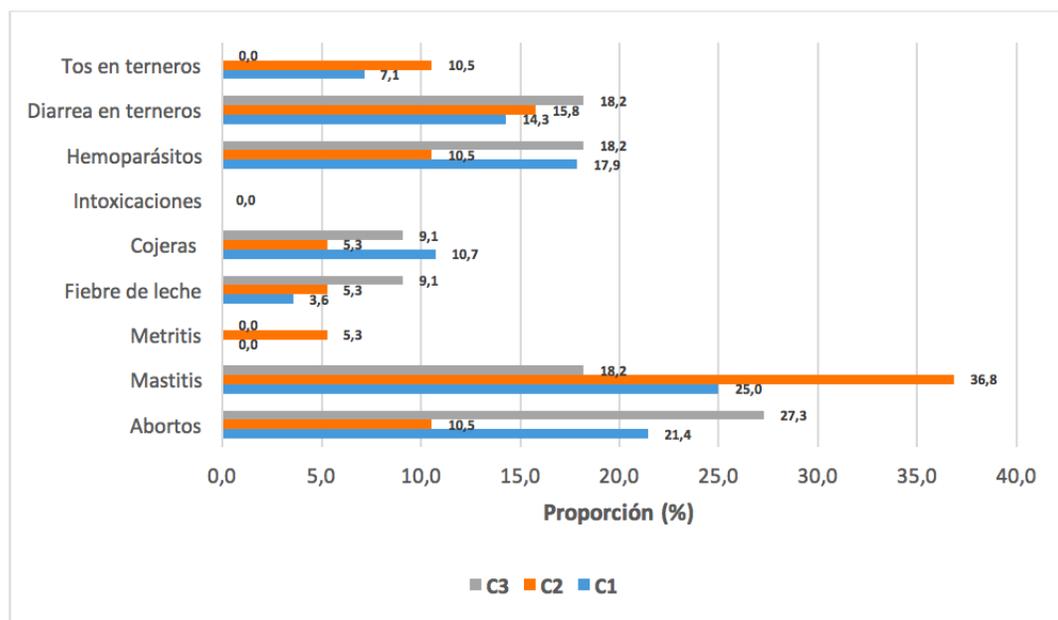


Figura 4.8: Presencia de enfermedades en el hato ganadero de tres municipios de la zona Centro del Tolima.

La salud animal del hato ganadero de la Zona Centro del Tolima se distingue porque a pesar de que no se referenciaron enfermedades reproductivas tales como rabia, estomatitis, leptospirosis, tampoco se hace prevención de las mismas mediante vacunación, generando un riesgo económico permanente para los productores.

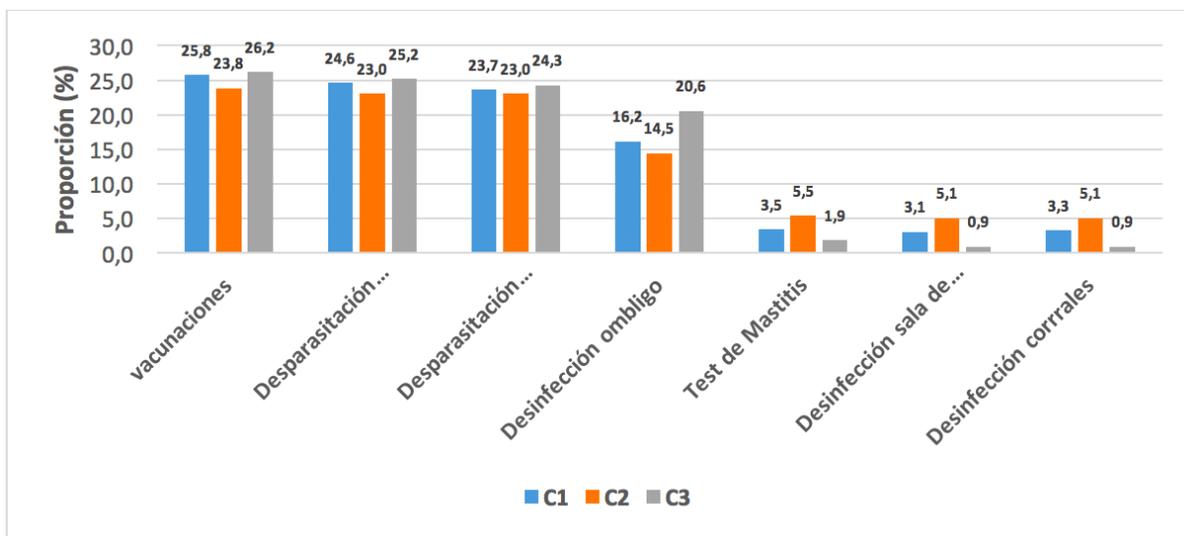


Figura 4.9: Salud animal del hato ganadero de cuatro municipios de la zona centro del Tolima.

Por otro lado, es posible deducir que enfermedades de gran importancia económica para el departamento como la mastitis, presenta un porcentaje del 28% en las producciones de la Zona Centro del Tolima, sin embargo, las pruebas realizadas en las fincas ganaderas para identificación de la enfermedad, solo se hacen en un 3,9% de ellas, lo cual hace que los productores tengan que incidir en altos costos para el control de la enfermedad.

4.3.8. Asociatividad

La Colaboración es esencial para impulsar una organización o una empresa; permite conocer las debilidades y fortalezas, así como los componentes necesarios para que sean exitosas.

La asociatividad es importante porque la constitución legal y adecuada, permite a un grupo de personas el distintivo y representatividad necesarias para tramitar diversas ayudas institucionales, contratar créditos, efectuar compras y ventas de acuerdo a los requerimientos fiscales, proteger los recursos y el patrimonio, ampliar las alianzas con otros sectores y/o empresas, y otras muchas ventajas.

Además, el asociativismo productivo posibilita salir del aislamiento y el individualismo y potenciar, al mismo tiempo, los recursos técnicos, económicos y humanos, a través de la unión del grupo. La escala asociativa permite el acceso a infraestructura, maquinarias, equipos y la optimización de las condiciones de negociación frente a acopiadores e intermediarios, así como también lograr bonificaciones en la compra de insumos [22].

Aunque los beneficios de pertenecer a una asociación pecuaria son numerosos, son pocos los ganaderos que se encuentran afiliados a estas asociaciones; como se observa en la tabla 4.4 en los conglomerados 2, 1 y 3, se presentaron porcentajes de 4,9 %, 20 % y 21,4 % respectivamente. Lo que evidencia falta de cooperación y colectividad .

Tabla 4.4: Asociatividad de los productores ganaderos de la zona centro del Tolima.

Asociatividad	Proporción (%)		
	C1	C2	C3
Productores pecuarios que pertenecen a alguna asociación ganadera	20	4,9	21,4
Percepción de las asociaciones ganaderas	6,7	3,3	3,6
Percepción de la conveniencia de estar afiliado a alguna asociación ganadera	50,4	57,4	67,9

Es grande la población de ganaderos que no percibe las asociaciones, en todos los conglomerados el desconocimiento se encuentra por encima del 90 %, lo que puede indicar que hace falta más proyectos y divulgación que generen cooperación entre las diferentes fincas.

En la tabla 4.4 los conglomerados 1,2 y 3, con proporciones de 50,4 %, 57,4 % y 67,9 %, se reconoce que es conveniente y productivo pertenecer a una asociación pecuaria. Por lo tanto es recomendable crear políticas que reduzca la brecha y genere cooperación entre los productores ganaderos.

4.3.9. Registro de información

Consiste en archivar la información producida por cada uno de los componentes que influyen en el sistema de producción agropecuario. Su principal objetivo es servir de soporte para que el ganadero economice dinero y pueda mejorar su sistema de producción con base a la información ya almacenada. Los registros recomendados para una finca ganadera son: registros de reproducción, registros de nacimientos, registros de producción de leche, registros sanitarios, registros de alimentación, registros de pesos vivos, registro de compra de animales, registros de muertes y registros administrativos.

Tabla 4.5: Registro de información de las 224 fincas de la zona Centro del Tolima.

Registro de información	Proporción (%)
C1	27,4
C2	37,7
C3	42,9

En la actualidad hay muchas maneras de llevar los registros de una finca ganadera; por su mínimo grado de complejidad los más usados son:

- Cuadernos.
- Formato de tarjetas.
- Hojas de cálculo (Excel).
- Programas o Software especializados en registros.

En los conglomerados C1, C2 y C3, con 27,4 %, 37,7 % y 42,9 % respectivamente, se muestra que es reducido el manejo de métodos para archivar la información por parte de los productores ganaderos, como se muestra en la tabla 4.5. El método que más se implementa es el uso de cuaderno, con

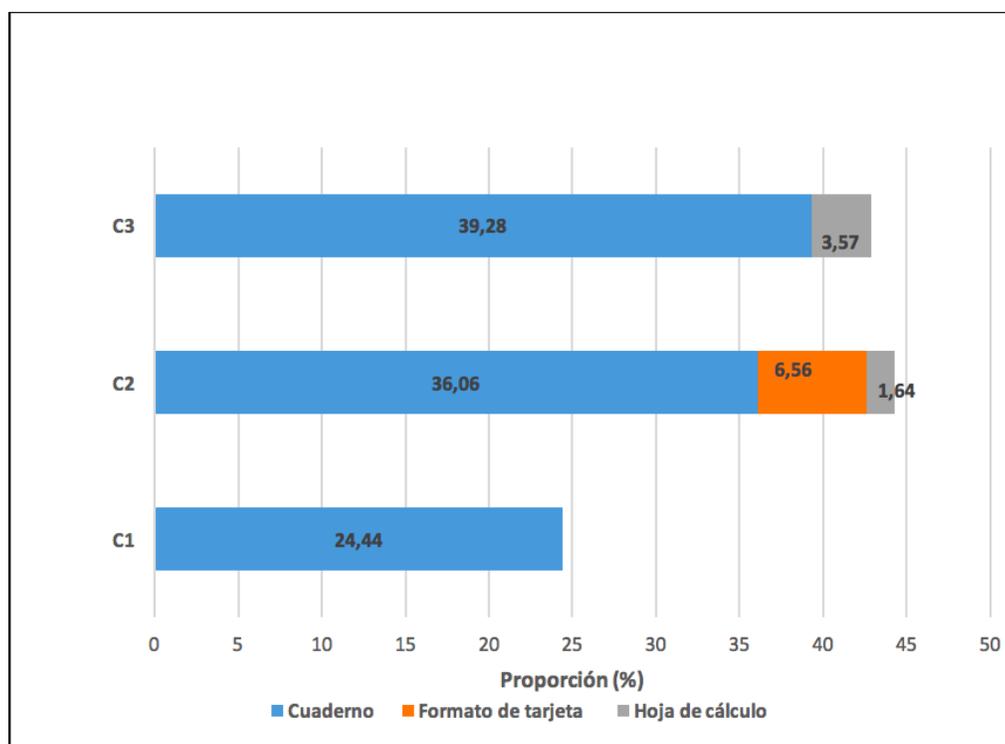


Figura 4.10: Medio de Registro de la información de las 224 fincas de la zona Centro del Tolima.

un porcentaje de 24,44 %, 36,06 % y 39,28 % para los conglomerados C1, C2 y C3, respectivamente. Además, en el conglomerado C3 donde se encuentran clasificadas las fincas de mayor área de predio, es notoria la presencia de registros computarizados, esto puede indicar que se tiene mayores recursos para mejorar la parte técnica y tecnológica de los predios, ver figura 4.10.

4.4. Discusión

En primer término, los resultados encontrados concuerdan con el estudio de [37] donde se evidencia que la producción pecuaria bovina en el departamento del Tolima, es uno de los principales rubros económicos; además, hay pruebas que indican que la producción ganadera en el departamento es controlada en su mayoría por pequeños y medianos productores, que reciben de esta, su única fuente de ingresos.

Los sistemas de producción bovina de la región en este estudio son doble propósito, cría y carne, con un porcentaje de 58,63, 26,49 y 14,23 % del total de las fincas, respectivamente; al igual que [63] estos tres sistemas son los que más implementan los productores ganaderos.

La clasificación de las fincas ganaderas varía dependiendo del departamento en que se encuentren; de acuerdo con [48] en la Amazonía Colombiana se pueden clasificar en tres grupos de acuerdo con el tamaño: fincas pequeñas menores de 100 ha, intermedias entre 101 y 500 ha y fincas mayores de 500 ha., a diferencia de la zona centro del departamento del Tolima que se clasifica en: fincas menores a 50 ha; entre 51 - 100, entre 101 - 500 y fincas mayores a 501. Esto se debe a la distinción de territorio de cada región; por una parte la Amazonia representa el 41,8 % del territorio nacional [13] y la región Andina donde se encuentra el departamento del Tolima representa el 12,7 % de la extensión de todo el país [57].

4.5. Conclusiones

En la zona centro del departamento del Tolima se destina los suelos en más de un 60 % para las actividades de ganadería, lo que evidencia que su actividad económica principal es la producción ganadera y la actividad agrícola constituye una actividad de autoconsumo.

El sistema de producción que se destaca en la región es el doble propósito; para los conglomerados 1, 2 y 3, sus porcentajes son de 49,63 %, 65,67 % y 60,71 %, respectivamente.

Es reducido el número de productores ganaderos que pertenecen a alguna asociación ganadera, por tal motivo, están perdiendo proyectos y recursos que pueden ser direccionados para incrementar la productividad de sus predios y en general el rendimiento de la región.

4.6. Agradecimientos

El presente estudio fue financiado por el proyecto Implementación y facilitación de procesos de innovación en zonas ganaderas competitivas, por lo cual expresamos nuestros agradecimientos al Comité de Ganaderos del Tolima, a la Gobernación del Tolima y a la Universidad del Tolima.

Conclusiones

El desarrollo de este trabajo permitió obtener las siguientes conclusiones.

- Los métodos de la estadística multivariada son herramientas eficaces y apropiadas para la caracterización y tipificación de los sistemas de producción pecuarios de las fincas ganaderas de la zona centro del departamento del Tolima; Además, estos métodos contribuyen con la identificación de las relaciones que presentan las fincas ganaderas.
- La aplicación de los métodos multivariados permiten realizar un estudio amplio, proporcionando conocimientos de la producción pecuaria, que son de utilidad para la proyección y administración apropiada de los recursos.
- Se puede determinar mediante la técnica de análisis clúster que existen tres grupos con características diferenciadoras entre sí, que poseen diferentes tamaños. Un grupo (clúster 1) con 135 unidades de análisis que contiene las fincas con un promedio de 24,0 ha y un clúster 2 con (61 fincas) que tiene en promedio 15,30 ha, sin diferencia significativa, pero estos dos grupos sí presentan diferencias significativas respecto al conglomerado 3 que agrupa las 28 fincas más grandes con una media de 108,75 ha. Esto indica que la extensión o el área del

predio, es un factor fundamental para la clasificación de las fincas ganaderas.

- En la zona centro del departamento del Tolima el sistema de producción que se destaca es el doble propósito; para el conglomerado 1 su porcentaje es de 49,63%; para el conglomerado 2 su porcentaje es de 65,67% y para el conglomerado 3 su porcentaje es de 60,71%, lo que confirma la importancia de este sistema para la economía de los productores pecuarios de la región.
- Es importante generar indicadores que permitan mejorar la información, para determinar la importancia en el desarrollo económico de cada predio. En este trabajo se construyó el índice educativo; este indicador para cada uno de los conglomerados sugiere que este es mayor para las fincas C2, (3, 20) seguido de las C3 (1, 70) y el más bajo en las C1 (1, 43), lo cual significa que es en las fincas grandes donde se ha alcanzado el mayor grado de instrucción formal; corroborando así los resultados de otros estudios previos, en los cuales se concluye que debido al poder adquisitivo que tienen los productores pecuarios de las fincas grandes, presentan un nivel de escolaridad más alto.

Bibliografía

- [1] ABASCAL, E., Y GRANDE, ILDEFONSO. (2005). *Análisis de encuesta*. ESIC Editorial, Pozuelo de Alarcón (Madrid).
- [2] AHUMADA, M., Y BLANCO, A. (2014). *mejoramiento reproductivo mediante un programa de inseminación artificial a tiempo fijo en ganado bovino en el piedemonte araucano, Colombia*. Tesis en especialización bovina. Universidad nacional de Córdoba. Colombia.
- [3] ALCALDÍA MUNICIPAL DE IBAGUÉ, TOLIMA (2016-2019). *Plan de Desarrollo Municipio de Ibagué, Tolima*. Ibagué, Tolima.
- [4] BALZARINI, M. (2008). *Análisis Multivariado*. Curso de posgrado. FCA-UNC. Córdoba, Argentina.
- [5] BERDEGUÉ, J., Y LARRAIN, B. (1988) . *Cómo trabajan los campesinos..* Editorial Celater, Colombia.
- [6] BERMÚDEZ M.B., J. MORA-DELGADO, Y M. GÓMEZ. (2011). *Tipología de sistemas de producción en la ecorregión cafetera del Tolima*. J. Mora-Delgado, y V. Holguín, editores, Medios

de vida y materiales orgánicos en fincas campesinas (métodos de análisis en fincas de la ecorregión cafetera). Universidad del Tolima-Red Alma Mater, Ibagué, COL. p. 57-66.

- [7] BERNAL, J.J., MARTÍNEZ, M.D., SÁNCHEZ, J.F. (2004). *Modelización de los factores más importantes que caracterizan un sitio en la red*. XII Jornadas de ASEPUMA.
- [8] BOLAÑOS, O. (1999), *Caracterización y tipificación de organizaciones de productores y productoras*. Unidad de planificación estratégica. Ministerio de agricultura y ganadería. XI Congreso Nacional Agronómico / I Congreso Nacional de Extensión. Costa Rica.
- [9] BONILLA, E., HURTADO, J., & JARAMILLO, C.,(2009) . *La investigación: Aproximaciones a la construcción del conocimiento científico*. Alfaomega, Colombia.
- [10] CARMONA, F. (2014). *Un ejemplo de ACP paso a paso*. [Internet]. Barcelona (España): Departamet d'Estadística, Universitat de Barcelona; [citato 2014 nov. 15]. Disponible en: <http://www.ub.edu/stat/docencia/Mates/ejemploACP.PDF>.
- [11] CARVAJAL, J., MENDEZ, A., PIÑEROS, R., Y MORA, J. (2014). *Tipología de fincas, capital social y cobertura arbórea en el cañón de Anaime (Tolima)*. AGROFORESTERÍA NEOTROPICAL, N° 4.
- [12] CASTEL, J. M., MENA, Y., DELGADO-PERTÍNEZ, M., CAMÚÑEZ, J., BASULTO, J., CARAVACA, F., GUZMÁN-GUERRERO, J.L., ALCALDE, M.J. (2003). *Tipología de sistemas de producción en la ecorregión cafetera del Tolima*. Characterization of semi-extensive goat production systems in southern Spain. Small Ruminant Research. No 47. Pág. 133-143.

- [13] CEPAL. OFICINA DE BOGOTÁ PATRIMONIO NATURAL-FONDO PARA LA BIODIVERSIDAD Y ÁREAS PROTEGIDAS (COLOMBIA) (2013). *Amazonía posible y sostenible*. CEPAL, Patrimonio Natural. Bogotá, Colombia.
- [14] CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA, (2009). *Agenda Ambiental del Municipio de Alvarado, Documento Técnico*. CORTOLIMA, Ibagué, Tolima.
- [15] CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA, (2009). *Agenda Ambiental del Municipio de Valle de San Juan, Documento Técnico*. CORTOLIMA, Ibagué, Tolima.
- [16] CUADRAS, C.M., (2014). *Nuevos Métodos de Análisis Multivariante*. CMC Editions, Barcelona, España.
- [17] DANE DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA ? CNA CENSO NACIONAL AGROPECUARIO. (2014). *3er Censo Nacional Agropecuario*. DANE.
- [18] DEMEY J., ADAMS, M. Y FREITES, H. (1992). *Uso del método de análisis de componentes principales para la caracterización de fincas agropecuarias*. Documentos de trabajo producción animal y gestión, ISSN: 1698-4226,DT 1, Vol. 1/2004.
- [19] DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. (2008). *Manual del usuario InfoStat, versión 2008*. Grupo InfoStat. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.
- [20] DÍAZ L., Y MORALES M. (2011) . *Estadística Multivariada: inferencia y métodos*. . Universidad Nacional de Colombia,(pp. 295-373).

- [21] DUFUMIER, M. (1990). *La importancia de la tipología de las unidades de producción agrícolas en el análisis diagnóstico de realidades agrarias*. Instituto Nacional Agronómico-Paris Grignon (INAPG) Francia. 17 p.
- [22] ELGUE, M., CHIARADÍA, C. (2006). *Formas Asociativas para la Agricultura Familiar: Elementos para el análisis funcional y normativo de las distintas formas jurídicas*. Buenos Aires:Prodernea/Prodernoa. Argentina.
- [23] FEDERACIÓN COLOMBIANA DE GANADEROS (FEDEGAN) Y FONDO NACIONAL DEL GANADO (FNG) (2006). *Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019*. Bogotá: Fedegan y FNG.
- [24] GALAVIZ, J., VARGAS, S., ZARAGOSA, J., BUSTAMANTE, A., RAMIREZ, E., GUERRERO, J. Y HERNANDEZ, J. (2011). *Evaluación territorial de los sistemas de producción ovina en la región norponiente de Tlaxcala*. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 2(1), 53-68.
- [25] GARCÍA, C., Y CALLE, L. (1998). *Consideraciones metodológicas para la tipificación de sistemas de producción bovina a partir de fuentes secundarias*. Agron. Mesoam. 27(2):253-264. 2016 ISSN 1021-7444.
- [26] GUTIÉRREZ, N. (2014). *Hablando de reproducción monta natural vs inseminación artificial (ventajas y desventajas)*. Secretaria de desarrollo rural de Jalisco. <https://seder.jalisco.gob.mx/fomento-ganadero-e-inocuidad/601>.
- [27] HAIR, J., ANDERSON, R., RONALD, L., Y BLACK, W. (1999). *Análisis Multivariante*. Prentice Hall, Madrid.

- [28] HOLGUÍN, V., IBRAHIM, M., MORA, J. Y ROJAS, A. (2003). *Caracterización de sistemas de manejo nutricional en ganaderías de doble propósito de la región Pacífico Central de Costa Rica*. *Agroforestería en las Américas* Vol. 10 No 39-40.
- [29] HOLGUÍN, V. (2005). *Análisis comparativo y evaluación financiera de modelos de manejo nutricional en fincas de ganado de doble propósito en la zona del pacífico central de Costa Rica*. Tesis de M.Sc. Universidad de Costa Rica, San José de Costa Rica.
- [30] INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. (2017). *Censo Pecuario Nacional 2017*. Recuperado de <http://www.ica.gov.co/getdoc/8232c0e5-be97-42bd-b07b-9cdbfb07fcac/Censos-2008.aspx>.
- [31] LANDAIS, E., (1998) . *Modelling farm diversity new approaches to typology building in France*. *Agric. Sys.* 58:505-527.,France.
- [32] LEOS, J., SERRANO, A., SALAS, J., RAMÍREZ, P., Y SAGARNAGA, M. (2008). *Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México*. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 5(2), 213-230.
- [33] MACEDO, L. G. P. DE ; DAMASCENO, J. C. ; MARTINS, E. N.; MACEDO, V. DE P. ; SANTOS, G. T. DOS ; FALCAO, A. J. DA S. ; CALDAS NETO, S., (2003). *Substitution of soybean meal protein by corn gluten meal protein in dairy goat feeding*. *Rev. Bras. Zoot.*, 32 (4): 992-1001.
- [34] MAINAR, R. (1995). *Caracterización de la explotación de pequeños rumiantes de la C.A.M. e identificación de factores*

asociados con la seroprevalencia frente a diversas infecciones mediante encuesta y análisis multivariante. (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

- [35] MARTÍNEZ, C., COTERA, J., Y ZAVALETA, J. (2012). *características de la producción y comercialización de leche bovina en sistemas de doble propósito en Dobladero, Veracruz.* Revista Mexicana de Agronegocios, Enero-Junio, 816-824.
- [36] MARTÍNEZ, G.L. (2017). *Incidencia de las políticas de asistencia técnica y crédito agropecuario en el sistema ganadero lácteo: un estudio de caso en el corregimiento de Anaime, municipio de Cajamarca.* departamento del Tolima. Tesis de Maestría. Universidad del Tolima. 158 p.
- [37] MEDINA, E., MORA, J Y RODRIGUEZ, M. (2016). *Indicadores bioeconómicos de fincas ganaderas del trópico bajo del norte del departamento del tolima.* Grupo de Investigación Sistemas Agroforestales Pecuarios, Universidad del Tolima.
- [38] MILLIGAN, G.W. (1980). *An Examination of the Effect of Six Types of Error Perturbation on Fifteen Clustering Algorithms.* Psychometrika, 45: 325-342.
- [39] MIRANDA, C. (2005) . *Estadística multivariable.* Universidad Politécnica de Catalunya.
- [40] MORA, J., CASTAÑEDA, R. Y PIÑEROS, R. (2014). *Paisajes, pasturas y pastos: métodos para determinar cantidad y calidad* Grupo de Investigación en Sistemas Agroforestales Pecuarios. Ibagué-Tolima: Sello Editorial Universidad del Tolima.
- [41] MORA-DELGADO, J. (2014) . *Tipología de fincas ganaderas a escala de paisaje en el valle cálido del departamento del*

Tolima. En: Paisajes, pasturas y pastos: métodos para determinar cantidad y calidad. (Mora Delgado, J; Castañeda R y Piñeros, R. Eds,) Ibagué. Universidad del Tolima. Ibagué. 17-32 p.

- [42] EL NUEVO DÍA (2017) . *El problema de cobertura escolar según encuesta de Ibagué Cómo Vamos 2016.* Recuperado de <http://www.elnuevodia.com.co/nuevodia/especiales/educacion/301505-el-problema-de-cobertura-escolar-segun-encuesta-de-ibague-como-vamos-201>
- [43] OSPINA, D. (2001) . *Introducción al muestreo.* Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de matemáticas y estadística. Bogota, Colombia.
- [44] PÁEZ, L., LINARES, T., SAYAGO, L., Y PACHECO, R. (2003). *Caracterización estructural y funcional de fincas ganaderas de doble propósito en el municipio Páez del estado Apure, Venezuela.* Zootecnia Trop. v.21 n.3 Maracay ago.
- [45] PARDOS CASTILLO, L., SÁEZ OLIVITO, E., GONZÁLEZ SANTOS, J.M., ALLUEVA PINILLA, A. (1999). *Caracterización técnica de explotaciones ovinas aragonesas mediante métodos estadísticos multivariantes.* ITEA Vol. 99 A No 1. Pág. 10-40.
- [46] PAZ, R., LIPSHITZ, H., ÁLVAREZ, R., USANDIVARAS, P. (2003). *Diversidad y Análisis económico en los sistemas de producción lecheros caprinos en el área de riego del Río Dulce-Santiago del Estero-Argentina.* SEOC. XXII.
- [47] PEÑA, D. (2002). *análisis de datos multivariantes.* pág. 4-227.

- [48] RAMÍREZ, B. (2002). *Caracterización y Alternativas Productivas para Fincas Ganaderas Establecidas en la Amazonía Colombiana*. *Agroforesteria en las Américas*, Vol 9 N° 33-34.
- [49] RAPEY, H., LIFRAN, R. VALADIER, A. (2001). *Identifying social, economic and technical determinants of silvopastoral practices in temperate uplands: results of a survey in the Massif central region of France*. *Agricultural Systems* No 69. Pág. 119- 135.
- [50] RESTOM, F. (1996). *Ganado de doble propósito: leche y carne simultáneas*. *El Tiempo*. <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-343307>.
- [51] REVISTA SEMANA. (2012). *Así es la Colombia rural*. [Citado 2017 Agosto 1]. Disponible en: <http://especiales.semana.com/especiales/pilares-tierra/asi-es-la-colombia-rural.html>.
- [52] ROCHA, C., MORA, J. Y ROMERO, J. (2016) . *metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos*. *Agron. Mesoam*. 27(2):253-264. 2016 ISSN 1021-7444.
- [53] ROCHA, C., MORA, J. Y ROMERO, J. (2016). *Tipología de sistemas de producción en la zona rural del municipio de Ibagué, Colombia*. Universidad de Costa Rica, Agronomía Mesoamericana, vol. 27, núm. 2.
- [54] ROCHA, C. (2014) . *Tecnología y conocimiento local de técnicas alimentarias en una tipología de los sistemas de producción pecuarios según zonas de vida en el área rural de Ibagué*. Tesos de M.Sc. Universidad del Tolima. 81 p.

- [55] RODRÍGUEZ, P.A., Y J.R. MORA. (2014). *La diversificación en sistemas agroforestales cafeteros del Tolima: una respuesta a la crisis*. Agrofor. Neotrop. 4:28-32.
- [56] RODRÍGUEZ, M. J., MORA, C. (2001). *Estadística Informática: casos y ejemplos con SPSS*. Universidad de Alicante, España.
- [57] SALAZAR, I. (2010). *Geografía económica de la región Andina Oriental*. Banco de la República ? Sucursal Cartagena, Colombia.
- [58] SÁNCHEZ, L., SOLORIO, J., SANTOS, J. (2008). *Factores limitativos al desarrollo del sistema familiar de producción de leche, en Michoacán, México*. Cuadernos de Desarrollo Rural, Enero-Junio, 133-146.
- [59] SIEGMUND-SCHULTZE, M., RISCHKOWSKY, B. (2001). *Trelating household characteristics to urban sheep keeping in West Africa*. Agrycultural Systems No 67. Pág. 139-152.
- [60] SRAÏRI, M. T., LYOUBI, R. (2003). *Typology of dairy farming systems in Rabat Suburban region, Morocco*. Archivos de zootecnia No 52. Pág. 47-58.
- [61] VALERIO, D., GARCIA, A., ACERO, R., CASTALDO, A., PEREA, J. Y MARTOS, J. (2004). *metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos*. Agronomía Tropical. 44(3): 475-497.
- [62] VANEGAS, M. (2002). *Estudio complementario del caso Ibagué*. Convenio IDRC - OPS/HEP/CEPIS Ibagué. [http:// www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/proyecto/complemen/casos/ibague.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/proyecto/complemen/casos/ibague.pdf).

- [63] VILLANUEVA, C., IBRAHIM, M., HARVEY, C., Y ESQUIVEL, H. (2003). *Caracterización de fincas ganaderas de doble propósito en la zona del Pacífico Central de Costa Rica*. *Agroforestería en las Américas* Vol. 10 No 39-40.

 Universidad del Tolima	PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	Página 1 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Los suscritos:

_____	con C.C N°	_____
_____	con C.C N°	_____
_____	con C.C N°	_____
_____	con C.C N°	_____
_____	con C.C N°	_____

Manifiesto (an) la voluntad de:

Autorizar

No Autorizar **Motivo:** _____

La consulta en físico y la virtualización de **mi OBRA**, con el fin de incluirlo en el repositorio institucional de la Universidad del Tolima. Esta autorización se hace sin ánimo de lucro, con fines académicos y no implica una cesión de derechos patrimoniales de autor.

Manifestamos que se trata de una OBRA original y como de la autoría de LA OBRA y en relación a la misma, declara que la UNIVERSIDAD DEL TOLIMA, se encuentra, en todo caso, libre de todo tipo de responsabilidad, sea civil, administrativa o penal (incluido el reclamo por plagio).

Por su parte la UNIVERSIDAD DEL TOLIMA se compromete a imponer las medidas necesarias que garanticen la conservación y custodia de la obra tanto en espacios físico como virtual, ajustándose para dicho fin a las normas fijadas en el Reglamento de Propiedad Intelectual de la Universidad, en la Ley 23 de 1982 y demás normas concordantes.

La publicación de:

Trabajo de grado	<input checked="" type="checkbox"/>	Artículo	<input type="checkbox"/>	Proyecto de Investigación	<input type="checkbox"/>
Libro	<input type="checkbox"/>	Parte de libro	<input type="checkbox"/>	Documento de conferencia	<input type="checkbox"/>
Patente	<input type="checkbox"/>	Informe técnico	<input type="checkbox"/>		
Otro: (fotografía, mapa, radiografía, película, video, entre otros)					<input type="checkbox"/>

Producto de la actividad académica/científica/cultural en la Universidad del Tolima, para que con fines académicos e investigativos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad del

 Universidad del Tolima	PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	Página 2 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Tolima. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento en el momento mismo que hago entrega del trabajo final a la Biblioteca Rafael Parga Cortes de la Universidad del Tolima.

De conformidad con lo establecido en la Ley 23 de 1982 en los artículos 30 “...**Derechos Morales. El autor tendrá sobre su obra un derecho perpetuo, inalienable e irrenunciable**” y 37 “...**Es lícita la reproducción por cualquier medio, de una obra literaria o científica, ordenada u obtenida por el interesado en un solo ejemplar para su uso privado y sin fines de lucro**”. El artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “**los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores**” y en su artículo 61 de la Constitución Política de Colombia.

- Identificación del documento:

Título completo: **CARACTERIZACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE LAS FINCAS GANADERAS DE LA ZONA CENTRO DEL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.**

- Trabajo de grado presentado para optar al título de:

PROFESIONAL EN MATEMÁTICAS CON ÉNFASIS EN ESTADÍSTICA.

- Proyecto de Investigación correspondiente al Programa (No diligenciar si es opción de grado “Trabajo de Grado”):

- Informe Técnico correspondiente al Programa (No diligenciar si es opción de grado “Trabajo de Grado”):

- Artículo publicado en revista:

Tumbaga

- Capítulo publicado en libro:

- Conferencia a la que se presentó:

 Universidad del Tolima	PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	Página 3 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Quienes a continuación autentican con su firma la autorización para la digitalización e inclusión en el repositorio digital de la Universidad del Tolima, el:

Día: 24 Mes: ENERO Año: 2018

Autores:

Firma

Nombre:	SERGIO ANDRÉS RIVERA CLAVIJO		C.C. 1.022.365.551
Nombre:	_____	_____	C.C. _____
Nombre:	_____	_____	C.C. _____
Nombre:	_____	_____	C.C. _____

El autor y/o autores certifican que conocen las derivadas jurídicas que se generan en aplicación de los principios del derecho de autor.