



# Innovación y competitividad

para los sectores agropecuario y turismo







# Innovación y competitividad para los sectores agropecuario y turismo

**SENNOVA**  
Sistema de Investigación,  
Desarrollo Tecnológico e Innovación

**NOVA**  
GRUPO DE INVESTIGACIÓN



Catalogación en la publicación. SENA Sistema de Bibliotecas

Innovación y competitividad para los sectores agropecuario y turismo / William Orlando Triana Perdomo [y otros 4]. -- La Plata, Huila : Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila. Grupo de Investigación Nova, 2020.

1 recurso en línea (108 páginas) : PDF)

Referencias bibliográficas: páginas 105-108.

Contenido: Implementación de una plataforma de realidad virtual en el sector turístico para fortalecer competitividad en el departamento del Huila -- Implementación de estrategias competitivas en procesos de distribución directa en empresas productoras de pasifloras en el sur occidente del Huila -- Biosistema como alternativa productiva de seguridad alimentaria en el suroccidente del Huila.

ISBN: 978-958-15-0619-4.

1. Empresas agropecuarias--Planificación 2. Turismo--(Huila, Colombia)--Administración 3. Planificación estratégica I. Triana Perdomo, William Orlando II. Martínez Sánchez, Yubeli III. Rivera Flor, Sergio Yamit IV. Rendón Rengifo, Elder V. Rodríguez Acosta, Daniel VI. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila  
CDD: 658.4063

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA  
REGIONAL HUILA  
CENTRO DE DESARROLLO AGROEMPRESARIAL Y TURÍSTICO DEL HUILA

Carlos Mario Estrada Molina  
Director General  
Farid De Jesús Figueroa  
Director de Formación Profesional  
Leidy Jhoanna Sierra  
Coordinadora Nacional SENNOVA  
Fermín Beltrán Barragán  
Director Regional SENA Huila (E)  
Subdirectora del Centro de Desarrollo  
Agroempresarial y Turístico del Huila

AUTORES

William Orlando Triana Perdomo  
Yubeli Martínez Sánchez  
Sergio Yamit Rivera Flor  
Elder Rendón Rengifo  
Investigadores SENNOVA  
Daniel Rodríguez Acosta  
Instructor SENNOVA

COMITÉ EDITORIAL

Heimar Hernán Coronado Hernández  
Líder SENNOVA  
William Orlando Triana Perdomo  
Investigador SENNOVA  
Yasmin Rocío Embús Quina  
Apoyo en Gestión Editorial SENNOVA

DIAGRAMACIÓN Y DISEÑO  
Imprenta Nacional de Colombia



© Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA

ISBN: 978-958-15-0619-4

Huila, Colombia, 2020.

Primera edición

Edición digital

Hecho el depósito que exige la ley.

Esta publicación surge como un producto de investigación de los proyectos "Implementar estrategias competitivas en procesos de distribución directa en empresas productoras de pasifloras del suroccidente del Huila", "Implementación de un biosistema integrado como alternativa productiva de seguridad alimentaria en el sur occidente del Huila", "Realidad virtual (VR) y aumentada (AR) con modelación 3d aplicada al sector turístico para fortalecer la competitividad en empresas del departamento del Huila", "Desarrollo de aplicación móvil con realidad aumentada para la implementación de buenas prácticas agrícolas en el sector cafetero del Huila". Proyectos vinculados al grupo de investigación NOVA con código COL0164713, dentro del marco de la convocatoria nacional del Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación - SENNOVA, como apoyo a la consolidación del Grupo de Investigación NOVA y la línea de Calidad, Productividad y Competitividad. El contenido de esta obra no compromete a la institución, corresponde al derecho de divulgación de resultados de investigación de los autores. Todos los derechos reservados. Puede reproducirse libremente para fines no comerciales.



# TABLA DE CONTENIDO

## **CAPÍTULO 1.** Implementación de una plataforma de realidad virtual en el sector turístico para fortalecer competitividad en el departamento del Huila.

1.1	Metodología	7
1.1.1	Análisis sistémico del entorno	8
1.1.2	Requerimientos de información: Elementos de la comunicación multisensorial, realidad virtual y factores de decisión de compra.	12
1.1.3	Diseño de plataforma	13
1.1.4	Integración elementos de comunicación multisensorial y factores de decisión de compra	15
	Factores de decisión de compra	18
1.1.5	Construcción y evaluación de plataforma	18
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

## **CAPITULO 2.** Implementación de estrategias competitivas en procesos de distribución directa en empresas productoras de Pasifloras en el sur occidente del Huila

	Introducción	21
1.	Contexto Frutícola	22
1.1.	Mercado Internacional de las Pasifloras	22
1.2.	Mercado Nacional de las Pasifloras	23
1.3.	Mercado Departamental de las Pasifloras	26
	Resultados	40
	Perfil de Empresas Analizadas	40
	Posición Competitiva en el Mercado	41
	Análisis de Recurso: Capacidad de Dirección Estratégica	42
	Falencias Identificadas	43
	Conclusiones	44
	Referencias Bibliográficas	45





### **CAPÍTULO 3.** Desarrollo de aplicación móvil con realidad aumentada para la implementación de buenas prácticas agrícolas en el sector cafetero del Huila

Resumen	46
Abstract	47
Introducción	48
Metodología	55
Fase 1. Caracterización	56
Fase 2. Requerimientos de Software	56
Fase 3. Desarrollo de Software	58
Etapa de Desarrollo No. 1	59
Etapa de Desarrollo No. 2	60
Etapa de Desarrollo No. 3	62
Resultados	62
Recomendaciones	65
Conclusiones	65
Referencias Bibliográficas	67

### **CAPÍTULO 4.** Biosistema como alternativa productiva de seguridad alimentaria en el suroccidente del Huila

Introducción	70
Metodología	72
Área de estudio	72
Fase 1: Selección y Adecuación del Sitio	75
Fase 2: Construcción Estructura Principal	75
Fase 3: Adecuación de Área Acuícola	80
Fase 4: Sistema Hidropónico	84
Fase 5. Sistema Agrícola	88
Resultados	93
Discusión	100
Conclusiones y Recomendaciones	104
Referencias Bibliográficas	105





# PRESENTACIÓN

El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) organizó este libro como herramienta metodológica para fortalecer los procesos del sector agrícola, pecuaria y turístico del país, presentando la información necesaria que contribuye al desarrollo e innovación empresarial de estos sectores.

De esta forma, en el primer capítulo se implementa una plataforma de inversión virtual para fortalecer competitividad en las empresas del sector turístico, igualmente, se incentiva la divulgación de los productos turístico y exportación digital de los atractivos del departamento del Huila, a través de las TIC.

El segundo capítulo, describe el desarrollo de la Inteligencia Empresarial como estrategia competitiva para optimizar procesos de distribución directa en las empresas productoras y comercializadoras de pasifloras del Suroccidente del Huila, además de establecer una matriz de Prospectiva basada Análisis estructural para identificar cuestiones claves para el futuro productivo de las empresas.

Como tercer capítulo, presenta la forma de como las agroempresas pueden implementar y certificar las Buenas Prácticas Agrícolas bajo la norma nacional vigente Resolución 30021 de 2017 del ICA, mediante el desarrollo e implementación de una aplicación móvil con realidad aumentada que sirva como guía didáctica para facilitar la comprensión de la norma.

Por último, el cuarto capítulo presenta un sistema sustentable de producción de plantas y peces, propuesta de acuaponía desarrollada en zona rural del municipio de La Plata Huila para el uso agrícola y acuícola de pequeñas empresas y para uso industrial, en donde se integra la crianza de peces para ahorrar agua y al mismo tiempo eliminar el uso de productos químicos tóxicos que deterioran el medio ambiente y limitan la seguridad alimentaria.

## IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE REALIDAD VIRTUAL EN EL SECTOR TURÍSTICO PARA FORTALECER COMPETITIVIDAD EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA

WILLIAM ORLANDO TRIANA PERDOMO

Colombiano. Comunicador Social y Periodismo.

Investigador Grupo de Investigación NOVA.

Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila.

Colombia. wtrianap@sena.edu.co

### 1.1 METODOLOGÍA

La implementación de la propuesta se diseñó con base en una metodología en ciclo de cinco etapas; ver figura 1: Esta sugiere elementos que resultan determinantes en la decisión de compra de los turistas, abordados desde la comunicación y realidad virtual.

**Figura 1.** Metodología en Ciclo de Comunicación Multisensorial en una Plataforma de Realidad Virtual con Factores de Decisión de Compra en Turistas.





### 1.1.1 Análisis sistémico del entorno

En la primera fase, se observó de forma directa el entorno y se analizó, de modo que se identificaron los actores que intervienen en la promoción del Parque Arqueológico Nacional de Tierradentro, ubicado en el departamento de Cauca, Colombia; ver Tabla 1:

**Tabla 1.** Actores que intervienen en la promoción del Parque Arqueológico Nacional de Tierradentro

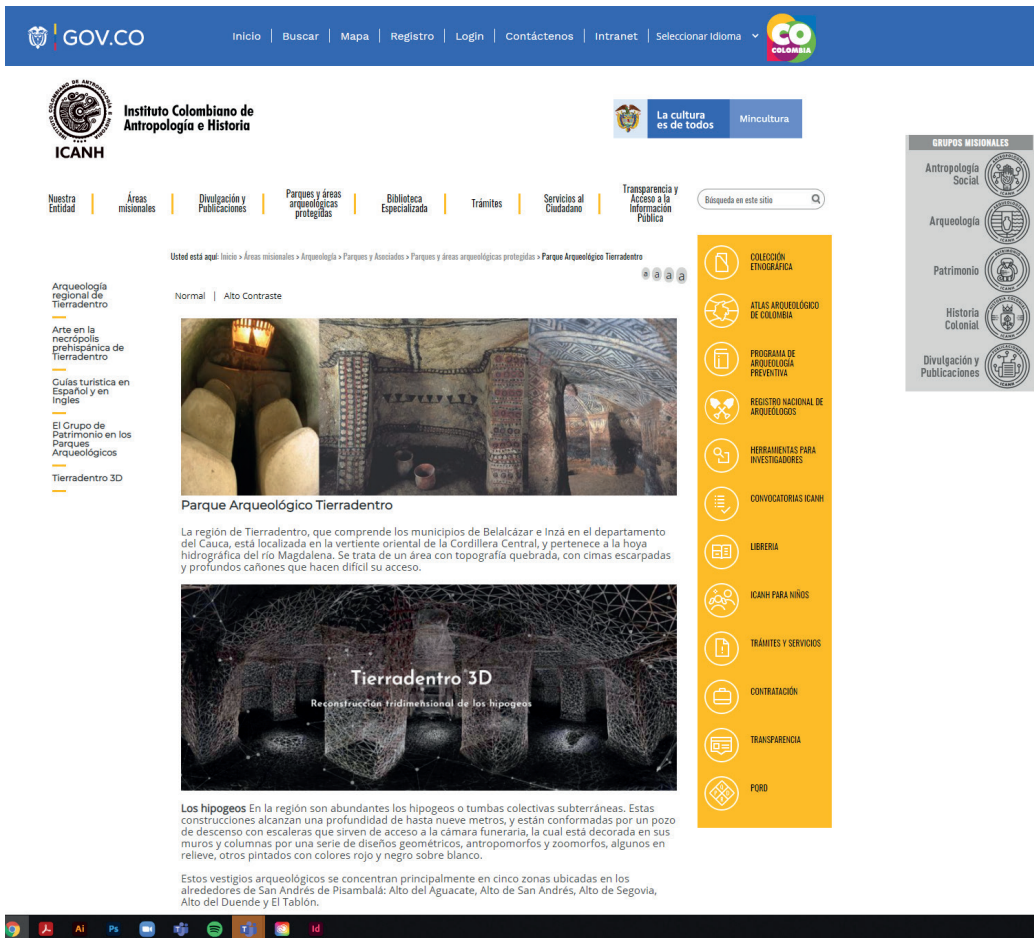
1	Parque Arqueológico Nacional de Tierradentro
2	Público
3	Administradores
4	Estado de Colombia
5	Municipios de Belalcázar e Inzá
6	Instituto Colombiano de Antropología e Historia
7	Operadores turísticos

La importancia de hacer dicho análisis en la construcción de la plataforma radica en que es necesario establecer el alcance de la difusión actual del atractivo turístico, así como los medios utilizados y la capacidad de interacción que se le brinda al visitante en la actualidad.



Actualmente, entre los medios utilizados para la promoción del Parque Arqueológico se encuentra el sitio web del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH); este ofrece información, documentos PDF y fotografías de interés para el turista; ver Figura 2:

Figura 2. Medio de promoción del Parque Arqueológico Nacional de Tierradentro.

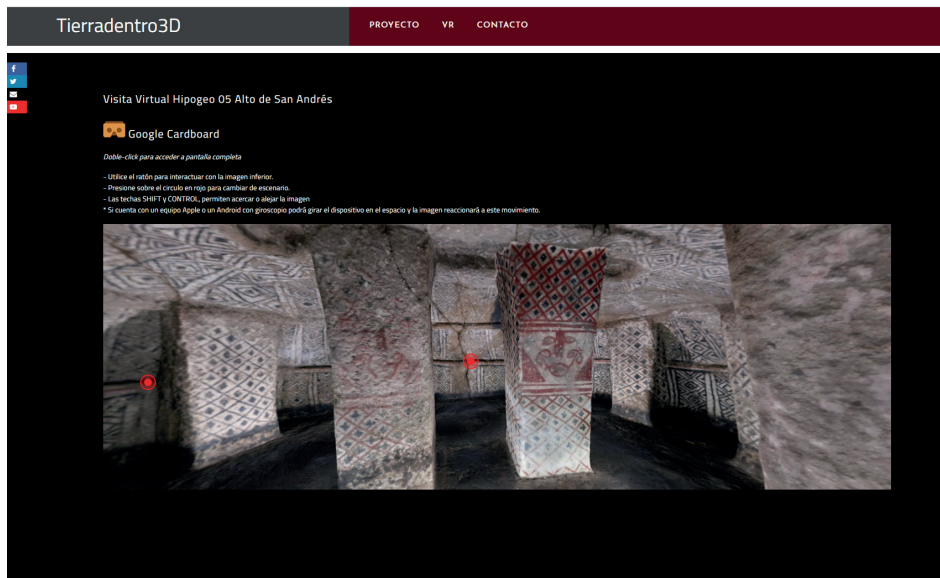


**Nota.** adaptado de Parque Arqueológico de Tierradentro [Imagen], por Instituto Colombiano de Antropología e Historia, 2020, (<https://www.icanh.gov.co/?idcategoria=1234>).

Así mismo, brinda un apartado denominado Tierradentro 3D; un modelo tridimensional que recorre un hipogeo a través de imágenes 360 grados, se visualiza en computadores, tabletas y teléfonos celulares; ver Figura 3.



**Figura 3.** Modelo Tridimensional en Parque Arqueológico Nacional de Tierradentro



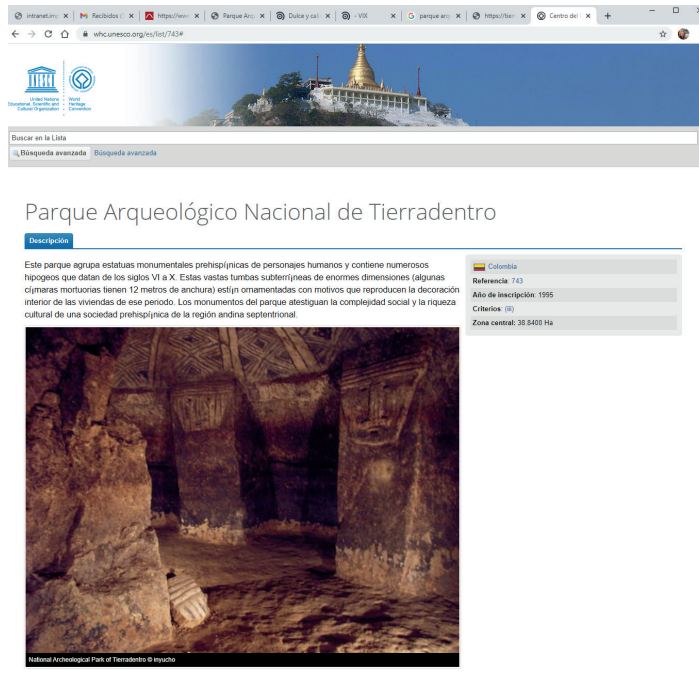
**Nota.** adaptado de Tierradentro 3D [Imagen], por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia, 2020, ([https://tierradentro3d.com/SA05\\_claro.htm](https://tierradentro3d.com/SA05_claro.htm)).



**Nota.** Tomada de (<https://www.colombiapais.com/pagina-patrimonios/patrimonio-mundial-tierradentro.html>).

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) divulga el Parque Arqueológico Nacional de Tierradentro, a través de texto y fotografía sin integración multimedia (ambos recursos se leen por separado); ver Figura 4:

**Figura 4.** Promoción del Parque Arqueológico Nacional de Tierradentro



**Nota.** adaptado de Parque Arqueológico Nacional de Tierradentro [Imagen], por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), 2020, (<https://whc.unesco.org/es/list/743#>).

En el análisis de los principales medios por los cuales se difunde el Parque Arqueológico Nacional de Tierradentro, observamos que se destaca la multimedia sin integración; se utilizan textos, fotografías, logotipos y su lectura se hace por separado.

Eso suscita posibles carencias al presentar la información a través de una multimedia desarticulada; así mismo, se detecta que los elementos de la comunicación multisensorial no son utilizados en su totalidad, con lo que se ocasiona que los medios actuales no impacten del modo deseado según las tendencias del momento en la implementación de la realidad virtual como herramienta de apoyo al turismo y su influencia en la decisión de compra del visitante (Arruda y Branco, 2012; Baeza, 2001; Barrero, 2002; Haz et al., 2016; Manferdini y Garagnani, 2001; Pybus, 2019; Zúñiga et al., 2014;). Como resultado, se identifica una carencia en la interacción que brindan los medios actuales del Parque Arqueológico Nacional de Tierradentro.



## Alcance de la plataforma

Según la información obtenida, se debe delimitar el alcance de la plataforma de realidad virtual:

- Crear una plataforma de realidad virtual con posibilidad de influenciar más en la decisión de compra del turista.
- Generar la realidad virtual con tres características: Simulación interactiva, interacción implícita e inmersión sensorial.
- Informar de manera relevante, dinámica e interactiva al turista.

### 1.1.2 Requerimientos de información: Elementos de la comunicación multisensorial, realidad virtual y factores de decisión de compra.

En esta fase se establecieron los elementos de la comunicación multisensorial, realidad virtual y factores de decisión de compra necesarios, para que la plataforma de realidad virtual influya en la decisión de compra del visitante y genere mayores posibilidades de escoger el atractivo turístico.

Por medio de la siguiente matriz, se identifican los elementos presentes y faltantes cuya implementación se requiere en la plataforma virtual del Parque Arqueológico Nacional de Tierradentro; ver Tabla 2:

**Tabla 2.** Matriz para Establecer Requerimientos de Información en la Plataforma de Realidad Virtual con Medios Actuales

MATRIZ PARA ESTABLECER REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN EN LA PLATAFORMA DE REALIDAD VIRTUAL CON MEDIOS ACTUALES				
Elementos Comunicación Multisensorial	Imagen	Sonido	Tacto	Olfato
Sitios Web (ICANH -UNESCO)	SÍ	NO	NO	NO
Tierradentro 3D - ICANH	SÍ	NO	NO	NO
Factores Decisión de Compra	Búsqueda de información	Examen de alternativas	Influencia en decisión de compra	

Sitios Web (ICANH -UNESCO)	SÍ	SÍ	SÍ
Tierradentro 3D - ICANH	NO	NO	SÍ
Elementos Realidad Virtual	Simulación inter-activa	Interacción implícita	Inmersión sensorial
Sitios Web (ICANH -UNESCO)	NO	NO	NO
Tierradentro 3D – ICANH	NO	SÍ	SÍ

De acuerdo con esa matriz, se establecen las siguientes necesidades en los medios de promoción actuales del Parque Arqueológico Nacional de Tierradentro; ver Tabla 3:

**Tabla 3.** Elementos Carentes en Medios Actuales

Requerimientos Carentes en Medios Actuales			
<b>Elementos Comunicación Multisensorial</b>	Sonido	Tacto	Olfato
<b>Factores Decisión de Compra</b>	Búsqueda de Información	Examen de alternativas	
<b>Elementos Realidad Virtual</b>	Simulación Interactiva		

### 1.1.3 Diseño de plataforma

Una vez obtenidos los requerimientos sobre elementos de la comunicación multisensorial, factores de decisión de compra y elementos de la realidad virtual, se hace el diseño lógico de la inmersión virtual; ver Figura 5.

Se procede a establecer tres niveles jerárquicos: Un primer nivel contiene el menú principal que da acceso al recorrido virtual o salida de la plataforma; ver figura 6. Posteriormente, el nivel dos recorre el entorno y genera interacción con elementos provistos de información; ver figura 7. Así mismo, el nivel tres despliega información complementaria, imágenes y videos de la zona (igualmente, tiene la opción de regresar al nivel uno y dos o salir de la plataforma); ver figura 8:



Figura 5. Diagrama Recorrido Virtual de Plataforma

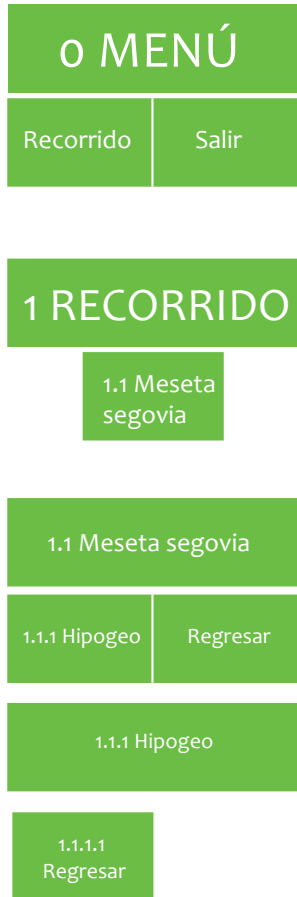


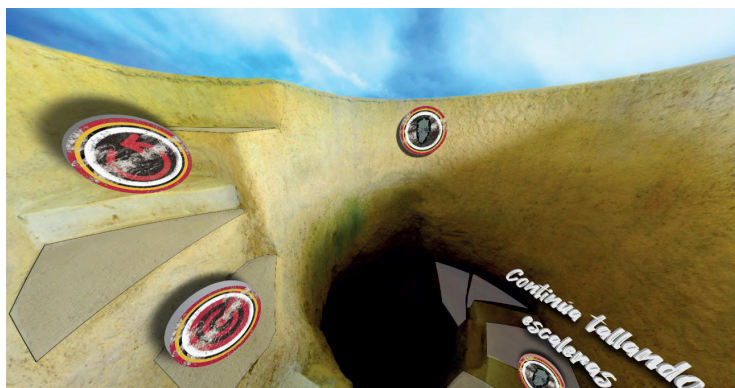
Figura 6. Nivel Uno, Plataforma de Realidad Virtual



**Figura 7.** Nivel dos, Plataforma de Realidad Virtual



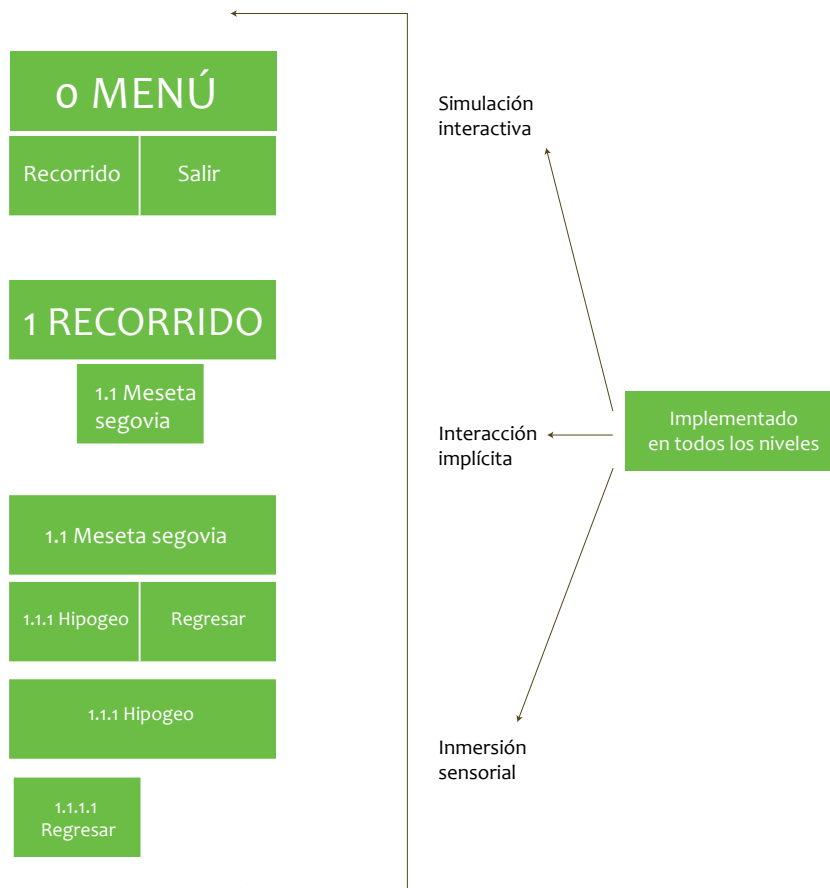
**Figura 8.** Nivel Tres, Plataforma de Realidad Virtual



#### 1.1.4 Integración elementos de comunicación multisensorial y factores de decisión de compra

En esta fase se establecieron los elementos de la comunicación multisensorial y factores de decisión de compra en la plataforma de realidad virtual. Las primeras tres características pertenecientes a la realidad virtual que deben ser implementadas son: Simulación interactiva, Interacción implícita e Inmersión sensorial; estas deben ir en la totalidad del recorrido virtual. Así mismo, los entornos requieren ser tridimensionales, para otorgar libertad de movimiento al usuario según los elementos descritos anteriormente; ver Figura 9:

Figura 9. Plataforma con Características de Realidad Virtual



Una vez establecidas las anteriores características, se procedió a incluir los elementos de la comunicación multisensorial en la plataforma de realidad virtual. Elementos de comunicación multisensorial

En cuanto al uso de la imagen, se debe incluir video y fotografía 360; de igual forma, elementos modelados en 3D como prioridad en la plataforma. El uso de fotografía y video tradicional se debe limitar salvo de no contar con video y fotografía 360.

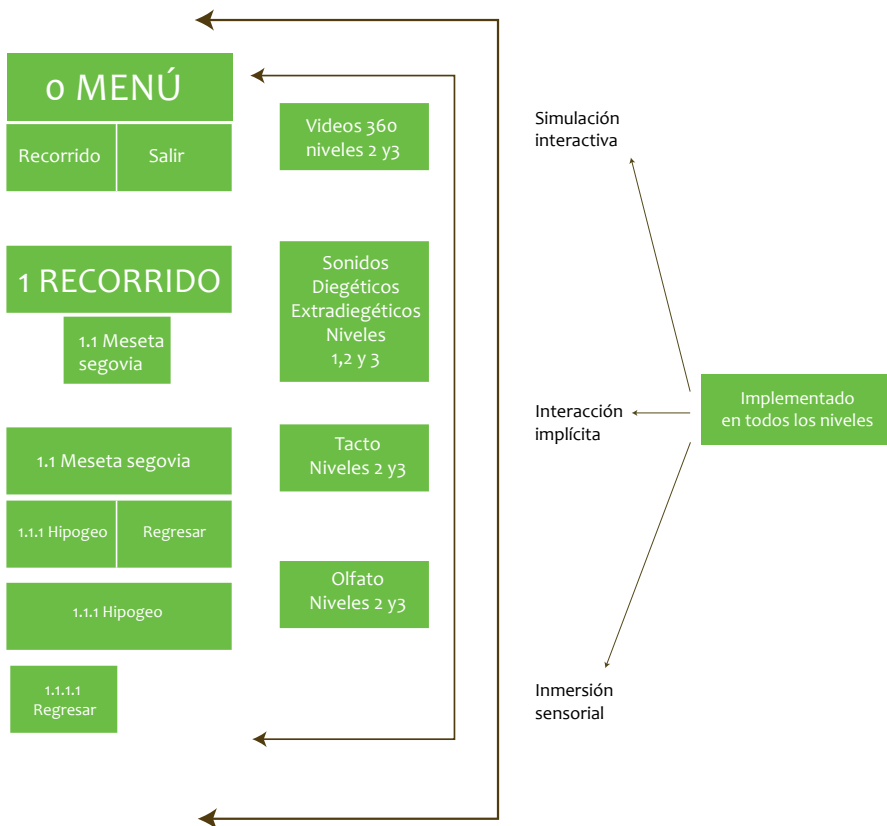
La implementación del sonido es indispensable en todos los niveles de la plataforma; este aporta profundidad a la imagen y permite crear paisajes sonoros que alimentarán notablemente la sensación de inmersión en el turista. Así mismo, los sonidos que se utilizarán pueden ser diegéticos y extradiegéticos.

La implementación del tacto a través de dispositivos hápticos como guantes y trajes resulta de impacto para que el usuario complemente su experiencia sensorial; aquí se pueden utilizar además de los comandos de movimiento libre en la escena, elementos 3D modelados en los cuales el turista pueda interactuar y conocer sus características de una forma más realista y dinámica.

Respecto al olfato, este se puede implementar en sitio, es decir, donde se lleve a cabo la presentación de la plataforma. Es recomendable utilizar aromatizantes con emisión de hasta 10 olores de forma sincronizada con la experiencia de Realidad Virtual.

En la figura 10, se observa la implementación de elementos de la comunicación multisensorial en la plataforma de realidad virtual.

**Figura 10.** Plataforma con Elementos de Comunicación Multisensorial y Características de Realidad Virtual





## **FACTORES DE DECISIÓN DE COMPRA**

Entre los factores de decisión de compra, la búsqueda inicial de información por parte del turista determina su llegada a la plataforma; por lo tanto, se debe posicionar la inmersión virtual en los buscadores; por ende, estos de internet son el canal más influyente en la decisión de selección de un sitio turístico.

De igual forma, vincular el recorrido virtual a portales institucionales e invertir en publicidad aumentará las posibilidades de que el usuario en su búsqueda inicial de información sea dirigido a la plataforma.

Ello contribuye a que el hábito de informarse a través de la RV aumente y, por lo tanto, se convierta en una herramienta importante para la obtención de datos por parte del turista. En la actualidad el ocio y entretenimiento es de los usos más frecuentes para la realidad virtual; entonces, resulta determinante desarrollar elementos de gamificación, para que el usuario se informe, mientras el aprendizaje le sirve de esparcimiento. Por lo tanto, se incrementarían las posibilidades de su permanencia en la inmersión y se estimula la influencia en la decisión de compra.

Si el sitio implementado en la plataforma de realidad virtual ha sido referenciado en documentales, series o películas, es indispensable crear un icono interactivo en el nivel correspondiente para que el turista acceda a este, ya que el contenido cultural es el más consumido en los productos de realidad virtual.

Uno de los factores más importantes en la influencia del usuario para su decisión de compra es la interactividad proporcionada por la plataforma. Esta particularidad viene relacionada con la simulación interactiva y la Interacción implícita. Así mismo, se debe agregar una composición de multimedia por integración, creando unidad de lectura, de temática y visualmente fortalezcan y le faciliten, tanto la búsqueda de información como la decisión de compra al visitante.

Otro factor de decisión de compra en los turistas es la capacidad de la plataforma para promover la retroalimentación a y entre los usuarios. Estos deben poder interactuar con otros visitantes, conocer su experiencia, iniciar conversaciones e intercambiar experiencias de los atractivos visitados.

### **1.1.5 Construcción y evaluación de plataforma**

Una vez establecido el diagrama del recorrido virtual, así como los elementos de la comunicación multisensorial y los factores de decisión de compra en la plataforma, se procede a diseñar escenarios y estructuras tridimensionales.

En seguida, se hace el mapeo y asignación de materiales; igualmente las texturas para los elementos y estructuras de la inmersión. El fin de esta fase es dotar de realismo al entorno; de esta forma, se suscita recordación del atractivo turístico y una experiencia sensorial más cercana a lo que el turista encontrará en su experiencia física.

En esta fase, se crean secuencias de video 360 con datos relevantes sobre el Parque Arqueológico Nacional de Tierradentro; estos elementos deben estar integrados, ya que el usuario los tendrá a disposición según el nivel en donde se localice.

En la evaluación de la plataforma, se llevaron a cabo pruebas con el objetivo de establecer fallas de manejabilidad, así como de interacción con los elementos. Igualmente, se revisó la composición visual, el orden de los agentes que intervinieron, la disposición de pestañas y menús desplegables. Finalmente, se hicieron pruebas con usuarios, para establecer la interacción y comportamiento de los dispositivos hápticos en relación con las órdenes indicadas por el visitante.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arruda, D. & Branco, M. (2012). Oferta turística virtual Un estudio del metaverso. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 21(4), 876-903. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180724056005>
- Baeza, U. (2011). Realidad Virtual para la dinamización de entornos rurales. Un caso práctico: Red Parque Cultural. *Virtual Archaeology Review*, 2(3), 105-108.
- Barrero, J. (2002). Un modelo estratégico de comunicación para el turismo rural español (tesis de doctorado). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Haz, L., Cruz, P. & Sánchez, J. (2016). El uso de la realidad virtual como herramienta tecnológica para fomentar el turismo en la península de Santa Elena. *3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 5(3), 53-67. <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n3e19.53-67/>
- Manferdini, A. & Garagnani, S. (2011). Fruizione digitale di reperti archeologici L'esperienza del Museo Civico Archeologico di Bologna. Digital fruition of archaeological finds. The experience at the Archaeological Museum of Bologna. *DISEGNARECON*, 4(8), 80 - 89. <https://doi.org/10.6092/issn.1828-5961/2572>
- Pybus, C. (2019). New tools for cultural heritage tourism: accessible virtual reality for Milan's Basilica Sant'Ambrogio. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 4211, 1003-1010.
- Zúñiga O., J.; Amador R., J.; Mejía, C.; Morales, A. & Mota, C. (2014). Desarrollo de un entorno virtual tridimensional como herramienta de apoyo a la difusión turística de la zona arqueológica de Teotihuacán. *Acta Universitaria*, 24(4), 34-42. <http://dx.doi.org/10.15174.au.2014.53>

# IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS COMPETITIVAS EN PROCESOS DE DISTRIBUCIÓN DIRECTA EN EMPRESAS PRODUCTORAS DE PASIFLORAS EN EL SUROCCIDENTE DEL HUILA

YUBELI MARTÍNEZ SÁNCHEZ

*Colombiano. Tecnólogo en Gestión Administrativa.*

*Investigador Grupo de Investigación NOVA.*

*Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila Colombia.*

*ymmartinezs@sena.edu.co*

## INTRODUCCIÓN

En este capítulo, se aborda la investigación basada en el desarrollo de una metodología de Inteligencia Empresarial como estrategia competitiva para optimizar procesos de distribución directa. Tal investigación se llevó a cabo en el sector de las Pasifloras del suroccidente del Huila, mediante la ejecución del proyecto denominado “Implementar estrategias competitivas en procesos de distribución directa en empresas productoras de Pasifloras en el suroccidente del Huila”.

A través de esta investigación, se evidencio el fortalecimiento empresarial presentado en tres empresas de este sector económico, las cuales accedieron a participar activamente en la ejecución del proyecto y facilito la recolección de información primaria, la identificación de las necesidades actuales de sus empresas, la realización de estudio de mercado, la implementación de la metodología de inteligencia empresarial, el desarrollo de una matriz de prospectiva para identificar aspectos claves que fortalezcan su funcionamiento empresarial y productivo en el mercado; como resultado final, se evalúa el fortalecimiento obtenido en estas entidades.

Este documento se encamina a cualquier institución educativa, ente gubernamental, persona, empresario, productor o interesado en el tema de la investigación e innovación empresarial, especialmente; a las entidades conformadas por pequeños y



medianos productores, líderes y empresarios del sector agrícola; que buscan nuevas herramientas para poder surgir en el mercado nacional e internacional.

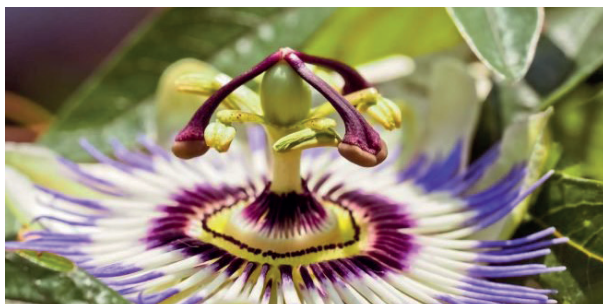
Otro aspecto que destacar es que se tuvo en cuenta una serie de estudios de carácter técnico-científico en el ámbito mundial en los cuales han desarrollado investigaciones para conocer la competitividad de las pymes, medianas y grandes empresas a partir de estrategias competitivas que les permitan alcanzar un nivel productivo y económico favorable para su respectivo funcionamiento. En la vigilancia tecnológica realizada en Colombia y el mundo, se pudo observar a simple vista el déficit que presentan las empresas en la implementación de estrategias competitivas; por tal razón, hay un estancamiento empresarial y operativo y; se ha creado una cultura organizacional conformista y sin una prospectiva para surgir en el mercado global de manera acertada.

Se identificó que la vida laboral del campesino está basada en sembrar, cosechar y vender al primer intermediario que ofrezca un precio ajustable a lo que están acostumbrados a obtener por sus productos, de modo que su actividad gira en torno a esa rutina. Otro término para analizar es que los productores son más prácticos y menos técnicos, más de hacer que pensar y analizar, razón por la cual se está afectando su productividad empresarial y económica y se estancan en estos procesos; y en ciertas ocasiones, esta dificultad refleja el cierre de estas empresas.

## 1. CONTEXTO FRUTÍCOLA

### 1.1. Mercado Internacional de las Pasifloras

Los Países Bajos son el primer destino de las exportaciones de las Pasifloras en Colombia, debido a su preferencia por las frutas exóticas, ya que las consideran como el menú saludable adoptado por esta región. Se estima que esta tendencia nutricional se afianzará, lo que hará crecer cada día más la demanda por estas frutas.



**Tabla 1.** Precio Nacional de las Pasifloras

PAÍS DESTINO	CANTIDAD (TONELADA)	PARTICIPACIÓN (%)
Países Bajos – Holanda	5.728	77
Alemania	351	5
Bélgica	268	4
Reino Unido	228	3
Canadá	195	3
Francia	189	3
España	118	2
Otros	409	5
<b>TOTAL</b>	<b>7.486</b>	<b>100</b>

**Nota.** Instituto Colombiano Agropecuario (2017).

Colombia es el noveno proveedor de frutas exóticas del mundo. Sus exportaciones han presentado en los últimos tres años un crecimiento principalmente en uchuva, tomate de árbol, tamarindo y granadilla; los principales destinos de las exportaciones de estos productos son: Países Bajos, Alemania, Bélgica por preferencia en el consumo; Pasamos de tener 233 millones de consumidores en 2002 a 1.200 millones de consumidores en 2010. La uchuva colombiana se encuentra en el primer proceso de certificación Fair TRADE en el mundo, además de contar con un mayor contenido vitamínico en comparación con otras especies de países andinos.

La ubicación geográfica de Colombia privilegia los procesos de exportación de frutas frescas, permite menores tiempos de tránsito, mayor velocidad en las entregas y fletes competitivos internacionalmente. ProColombia (2019).

## 1.2 Mercado Nacional de las Pasifloras

La agricultura se define como el pilar económico en un país como Colombia; la producción, comercialización y distribución de productos agrícolas mueven gran parte del capital económico extraído de las exportaciones colombianas.

De acuerdo con Ocampo et al. (2007)<sup>27</sup>, Colombia es el país con la mayor biodiversidad de especies Pasifloráceas en el mundo; registra 167 especies, 24% más que Brasil y más del doble que Perú y Venezuela. Algunas de estas especies cuentan con una alta importancia comercial, tanto en el contexto nacional como en el internacional, por lo que son ampliamente cultivadas en diferentes regiones colombianas; en particular, se distribuyen a lo largo de la Región Andina. Para el año 2011, la producción

nacional de frutas del género *Pasiflora* ocupó un área de 16.706 hectáreas, con un volumen de producción total de 188.962 toneladas de fruta fresca en los renglones de pasiflora.

El subsector de las Pasifloras está conformado por:

- I. Badea
- II. Chulupa
- III. Curuba
- IV. Granadilla
- V. Gulupa
- VI. Maracuyá

El género *Pasiflora*, perteneciente a la familia *Pasiflorácea*, alberga diversas especies en el territorio colombiano, especialmente en la región andina, ya sea de modo silvestre o cultivado.

En Colombia, se ha encontrado un grupo de 165 especies y, de ellas, cerca del 50% de fruto comestible. Pasifloras como maracuyá, granadilla y *gulupa* se clasifican como las de mayor importancia económica, mientras que la curuba, chulupa y badea poseen una importancia comercial en los ámbitos nacional y regional.

De acuerdo con estudios referentes a las propiedades nutracéuticas de las pasifloras, se ha hallado que el consumo de pulpa y semillas de las pasifloras de maracuyá, granadilla y *Gulupa* aporta del 24% al 30% del magnesio recomendado de consumo diario para niños menores de un año; dicho mineral es importante en la formación de huesos y dientes, la activación de enzimas, la estimulación nerviosa y la contracción muscular.

Asimismo, a las pasifloras se les confieren propiedades medicinales como tranquilizantes y sedantes, entre otras aportadas por las estructuras de la planta y fruto que varían, en relación con la pasiflora. *Acuerdo de Competitividad para la Cadena Productiva de Pasifloras en Colombia, 2012.*

#### Producción Nacional

Según el Ministerio de Agricultura, las Pasifloras están presentes en 24 departamentos y 422 municipios con más de 15.000 hectáreas, cultivadas en su gran mayoría por pequeños productores que trabajan con la familia en las labores generales del

cultivo; así generan, 4 empleos directos por hectárea; y llega en época productiva de 8 a 10, dependiendo de la especie de pasiflora.

Los productores se clasifican en tres; Pequeños: los que siembran hasta tres hectáreas; Medianos: los que siembran entre tres y cinco hectáreas, y Grandes: los que siembran más de cinco hectáreas. Al año 2017, se tienen identificados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 5.511 productores que están distribuidos mayormente en los departamentos de Antioquia, Valle, Huila, Boyacá y Meta.

### Precio Nacional

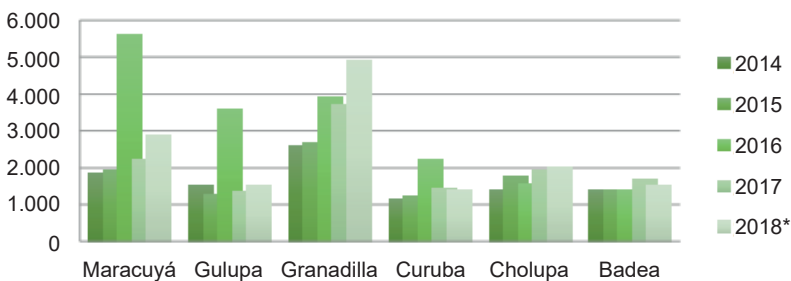
Los precios internos de las Pasifloras fluctúan, de acuerdo con las temporadas de siembra, y presentan algunos picos en épocas de condiciones climáticas específicas, de modo que son mucho más atractivos para los productores los precios internacionalmente pagados por las Pasifloras.

**Tabla 2.** Precio Nacional de las Pasifloras

Precio nacional (\$/kg)	2014	2015	2016	2017	2018
Maracuyá	1.849	1.921	5.600	2.227	1.700
Gulupa	1.523	1.262	3.600	1.367	1.926
Granadilla	2.605	2.657	3.900	3.723	3.800
Curuba	1.142	1.221	2.200	1.450	1.400
Chulupa	1.384	1.757	1.538	1.924	3.500
Badea	1.375	1.387	1.380	1.661	1.250

**Nota.** Federación Colombiana de Pasifloras (2019).

**Figura 1.** Comparación de Precios por Año



**Nota.** Federación Colombiana de Pasifloras (2019).



### 1.3. Mercado Departamental de las Pasifloras

El departamento del Huila tiene el liderazgo en la producción de pasifloras; produce más del 50 por ciento del total de pasifloras que se cultivan en todo el territorio nacional.

Según cifras del Anuario Estadístico del Ministerio de Agricultura y de la Secretaría Técnica de la Cadena Nacional de Pasifloras, el departamento totalizó un área sembrada de maracuyá de 1.778 hectáreas, la más grande en todo el país. Con esto sumo una producción de 27.637 toneladas de dicha fruta, lo que lo consolido como el primero en Colombia.

En cuanto a la producción de granadilla, el Huila de igual forma se ubicó como el mayor productor de dicha fruta, al concentrar el cincuenta y siete por ciento (57%) del total de la producción registrada en toda Colombia.

En total en el departamento, tiene sembradas 3.337 hectáreas que generaron una producción de 42.139 toneladas. De chulupa, cuya denominación es de origen huilense, el año pasado se registraron 154 hectáreas sembradas que totalizaron una producción de 1.634 toneladas, es decir, el sesenta y seis por ciento (66%) del total producido en toda Colombia.

#### **Metodología**

##### ***Diseño del Estudio***

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo, mediante una metodología cuantitativa y descriptiva, en la que se hizo vigilancia científico-tecnológica, con criterios de búsqueda y ecuaciones bibliométricas basados en la gestión empresarial, estructura organizacional, estrategias competitivas, inteligencia empresarial y estrategias agrícolas. Con base a esa consulta se busca fortalecer empresarial, operativa y económicamente a empresas productoras de Pasifloras en el suroccidente del Huila. Al tiempo, se implementaron estrategias competitivas que mitiguen los impactos negativos, suplan las necesidades diarias de los empresarios y fomenten cambios en su estructura organizacional en pro de aumentar su productividad por medio de una comercialización justa.

El proyecto de investigación aplicada se desarrolló con el acompañamiento de Instructores Sena y un aprendiz vinculado a través de contrato de aprendizaje del Centro de Formación, de acuerdo con la funcionalidad del proyecto.

- 1) Se recolecto información primaria, con el objetivo de identificar empresas registradas ante Cámara de Comercio y Rúes (Registro Único Empresarial). Se apli-

caron 31 encuestas y entrevistas a empresarios de los municipios de La Plata, La Argentina, Tesalia, Paicol y Nátaga (Huila). La encuesta constó de un total 30 preguntas de tipos abiertas y cerradas para la consecución de la información sobre aspectos organizacionales, operativos y financieros en empresas productoras de Pasifloras en el suroccidente del Huila. De igual manera, se recaudó información secundaria, por medio de vigilancia científico - tecnológica que ayudó a identificar metodologías ajustables a las necesidades de dichas empresas a través de la clasificación de 80 artículos en total. Este es un trabajo desarrollado en conjunto con las empresas externas aliadas.



- 2) Se elaboró un análisis local en las empresas del sector, mediante la realización de trabajo de campo, y teniendo en cuenta la información obtenida, para conocer las necesidades y falencias actuales de las empresas. Además, se hizo un análisis externo para identificar clientes potenciales, cadenas de mercado mayoristas en las que se implementen canales de distribución directa, mediante el uso de las 4P del marketing. La matriz de Prospectiva se fundamentó en el Análisis del Sector y el Análisis estructural, con miras a identificar puntos claves para el futuro productivo de las empresas productoras de pasifloras del suroccidente del Huila; establecer variables estratégicas, escenarios apuesta, principales barreras y, de esta manera, establecer un plan de acción en pro de estas necesidades.
- 3) Seguidamente, se desarrolló un plan de fortalecimiento estratégico para capacitar a los empresarios en la implementación de inteligencia empresarial como estrategia competitiva, el uso de las 4P del Marketing (precio, producto, plaza y distribución directa) para aumentar la productividad de las empresas. Con el fin de obtener mayor tasa de ganancia en la comercialización justa de los productos.
- 4) Se divulgaron los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación; la participación en encuentros de semilleros de investigación fue el canal utilizado para mostrar el impacto generado en todo el proceso: antes, durante y después de la investigación aplicada en los productores del suroccidente del Huila.

## **Desarrollo Metodológico**

### ***Recolección de Información***



En esta etapa se diseña o elabora un formato de encuesta con el objetivo de identificar las falencias más relevantes dentro de la empresa. Para el desarrollo de la investigación, se elaboró una encuesta a dos columnas con un total de 37 preguntas, de selección múltiple, sí o no y preguntas abiertas.

**Figura 2.** Formato de Encuesta Aplicado

	 <small>Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación</small>
<b>Encuesta para recolección de información referente al funcionamiento actual de las empresas productoras de Pasifloras del Suroccidente del Huila</b>	
Fecha: ____/____/____ Lugar: _____	- ¿Sabe usted la importancia de establecer los objetivos General y específicos?: _____
<b>DATOS DE LA EMPRESA</b>	
<b>Nombre de la empresa:</b> _____	- ¿Sabe usted como mínimo cuantos objetivos específicos debe tener establecidos una empresa?: _____
Nit: _____ Tipo de Constitución: _____	- ¿Conoce usted las técnicas para crear metas acordes a los objetivos establecidos?: _____
Dirección: _____ N° de empleados: _____	- ¿Conoce la importancia de contar con una política de calidad en su empresa?: _____
Frutos en producción: _____	- ¿Sabe que es una matriz de Prospectiva?: _____
<b>Nombre del representante legal:</b> _____	<b>Área administrativa</b>
Cedula de Ciudadanía: _____	1. ¿Su empresa cuenta con un organigrama para la delegación de funciones? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Teléfono: _____	2. ¿Su empresa tiene una identidad corporativa definida estratégicamente? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Ocupación: _____	3. ¿Podría describir brevemente si su misión y visión van acorde a las actividades que desarrolla en la actualidad la empresa? _____
Correo electrónico: _____	4. ¿La empresa desarrolla estrategias para el cumplimiento de su misión? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Escolaridad: _____	5. ¿Las actividades actuales que desarrolla la empresa, en un futuro se varían
Residencia: _____	
. ¿En qué año fue fundada dicha empresa y cuál fue el objetivo para crearla? _____	
. ¿Recibió algún tipo de asesoría o acompañamiento al momento de fundar la empresa? ____ Sí ____ No	
. Queremos saber un poco más acerca de su conocimiento de términos administrativos.	
- Que entiende por Misión: _____	
- Sabe que es la Visión: _____	

**Nota.** primera página de la encuesta relaciona los datos personales y las preguntas del área administrativa.

Figura 3. Formato de Encuesta Aplicado

**Encuesta para recolección de información referente al funcionamiento actual de las empresas productoras de Pasifloras del Suroccidente del Huila**

reflejadas positivamente en el cumplimiento de la visión?

Sí  No

6. ¿Cuentan con un Logotipo y Eslogan empresarial?

Sí  No

7. ¿Tiene usted identificado los objetivos General y Específicos que rigen el cumplimiento de metas en su empresa?

Sí  No sé cuáles son

8. ¿Su empresa cuenta con una política de calidad?

Sí  No

9. ¿Existe información periódica, oportuna y confiable sobre el cumplimiento de metas y objetivos de la empresa?

Sí  No

10. ¿Existen personas delegadas para realizar el seguimiento periódico del cumplimiento de metas?

Sí  No

11. La unidad administrativa es la adecuada para el tamaño de la empresa y sus actividades realizadas.

Sí  No  No tengo conocimiento

12. ¿Su unidad administrativa esta dimensionada por áreas?

Sí  No

13. ¿Con cuál de las siguientes áreas cuenta su unidad administrativa?

Área de integridad (Ética profesional)

Área de administración estratégica (mercadeo)

Área operativa (Actividades de campo)

Área de sistema organizativo (administración)

Área de control económico (Estados financieros)

Ninguna de las anteriores

14. ¿Se han definido metas para medir el rendimiento de cada una de las áreas establecidas en la empresa?

Sí  No

**Área operativa**

15. ¿Cuenta con una marca, colores corporativos, entre otros para diferenciar su producto de los demás?

Sí  No

16. ¿Utilizan las herramientas y elementos de protección adecuados para la recolección de los frutos?

Sí  No

17. ¿Cuentan con bodega para el almacenamiento de los frutos?

Sí  No

18. ¿Periodicidad en la recolección de los frutos? \_\_\_\_\_

19. ¿En caso de no vender toda la cosecha que estrategias implementa para no perder el producto?

\_\_\_\_\_



20. ¿Qué entiende por valor agregado?

\_\_\_\_\_

**Nota:** página 2 de la encuesta, relaciona preguntas tanto del área administrativa como del área operativa.



**Figura 4. Formato de Encuesta Aplicado**

**Encuesta para recolección de información referente al funcionamiento actual de las empresas productoras de Pasifloras del Suroccidente del Huila**

21. ¿Implementaría la innovación en su empresa para lograr obtener mayores tazas de ganancia?

Sí  No  Me gustaría aprender

22. El uso de fertilizantes va de acuerdo a:

	Precio
	Cantidad
	Calidad
	Recomendaciones
	Otro, cual:

23. ¿Qué trato les da a los frutos que no son vendidos por estar categorizados como dañados?:

	Se votan
	Consumo propio
	Abono
	Alimento para animales
	Otro, Cual:

24. ¿Conoce técnicas de transformación de producto?

Sí  No

**Área económica**

25. ¿Se encuentra el área de tesorería separada de las demás áreas?  Sí  No

26. ¿Están establecidas las líneas de autoridad y responsabilidad para el control y manejo de los recursos económicos de la empresa?

Sí  No  Cualquier empleado tiene acceso

28. Si su respuesta anterior fue Sí. ¿Son conocidos dichos manuales por todo el personal del área?

Sí  No

29. ¿Cuentan con el capital necesario para suplir necesidades futuras de la empresa?

Sí  No

30. ¿Qué medidas implementan al momento de tener una necesidad económica?

	Préstamos personales
	Préstamos en bancos
	Préstamos en cooperativas

31. Capacidad de endeudamiento de la empresa

Menor a 1.000.000	Mayor a 2.500.000	No responde
-------------------	-------------------	-------------

32. Conoce términos como:

Análisis de costos	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Estudio de mercado	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Económica en escala	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Comercialización justa	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Canal de distribución	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Ejecución Presupuestal	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Gestión de gastos	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Créditos rotatorios	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Inteligencia empresarial	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No

**Nota:** página 3 de la encuesta, relaciona preguntas del área económica.

### Análisis Interno – Matriz FODA

A partir de la recolección de la información primaria se realiza el análisis interno el cual permite identificar las necesidades, falencias y oportunidades de mejora que tienen las empresas productoras y comercializadoras de pasifloras en el suroccidente del Huila. Además de realizar una planeación estratégica para resolver las debilidades organizacionales que presentan y aprovechar las fortalezas de estas.

A continuación, se muestran los puntos clave que considerar para el desarrollo del análisis interno.

#### a. Indicadores de Desempeño

Para el desarrollo de la auditoría estableceremos indicadores de desempeño que permitan contar con información constante, real y precisa sobre aspectos como: efectividad, eficiencia, productividad, calidad, ejecución presupuestaria, incidencia en la gestión, todos los cuales constituyen el conjunto de signos vitales de la organización; En este caso, para el desarrollo del análisis interno estudiaremos, los siguientes aspectos:

**Figura 5.** Indicadores de Desempeño Involucrados



**Figura 6. Pasos para Corregir Falencias Actuales**



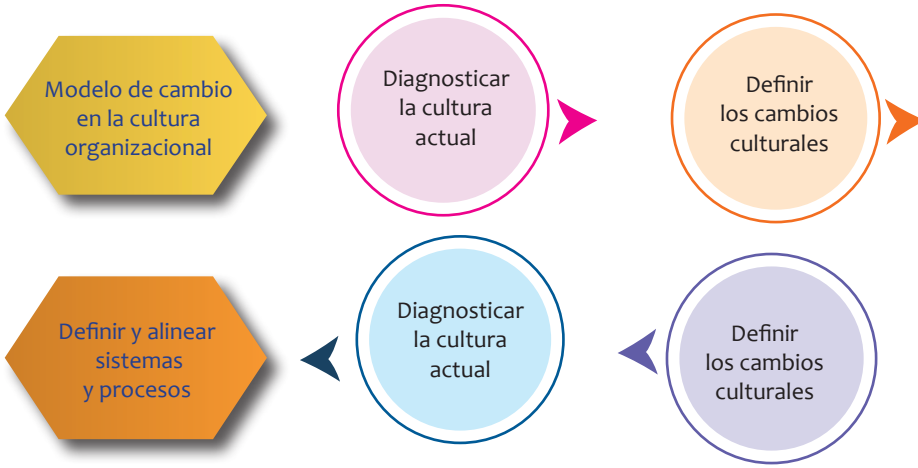
### **b. Cultura Organizacional**

El análisis hecho nos ha permitido tener ciertas percepciones respecto a las actitudes y hábitos cotidianos que se desarrollan dentro de las empresas. La cultura organizacional de estas empresas es frágil, carece de una identificación de valores empresariales, no facilita la toma de decisiones por el personal ni permite la correcta implementación de estrategias, lo que nos muestra que incoherencia entre ambas; Por el contrario, impide el desarrollo y cumplimiento de los objetivos, de procesos para el buen funcionamiento de las empresas y provoca, así, estancamiento empresarial. Aparte por falta de conocimiento, no toman medidas de corrección para determinar estrategias empresariales.

Cabe resaltar que la cultura organizacional conduce a las empresas al trazo de objetivos, en busca mejora continua, lo que influye positivamente en cada una de las actividades que desarrollen las organizaciones.

Pretendemos crear una cultura organizacional basada en la inteligencia empresarial como imagen integrada, que propicie la recuperación de la identidad de las empresas, para que haya coherencia en cada uno de los procesos y actividades, y para que las empresas adquieran capacidad en hacerle frente, tanto al mercado como a la competencia, y, de esta manera, lograr que todos los empleados se identifiquen positivamente con la empresa.

**Figura 7.** Pasos para Corregir Falencias Actuales en la Cultura Organizacional



**c. Priorización de datos recolectados**

En esta parte del análisis se toman los datos más relevantes, con base en las encuestas aplicadas, tabulación y análisis de la información recolectada; estos aspectos son los que presentan mayores falencias de estructuración y funcionalidad: En la siguiente grafica se muestra en porcentajes el margen de error de las empresas encuestadas.

**Figura 8.** Datos Priorizados



**Nota.** adaptado de Freekin.com (2019).

#### d. Identificación de variables organizacionales

El análisis interno se llevará a cabo a partir de cinco (5) variables identificadas, que son las más apropiadas para este sector de la economía. Estas variables nos permiten desglosar toda la información con la que se cuenta por medio de áreas, al poner en claro cada uno de los aspectos con los que debe contar una organización. A continuación, se muestran cada una de las variables identificadas y cada uno de los aspectos por analizar en la matriz FODA.

##### VARIABLE DE RECURSOS HUMANOS

- Gerencia
- Liderazgo
- Cultura organizacional
- Clima organizacional
- Preparación de los empleados
- Nivel de reputación
- Nivel de remuneración

##### VARIABLE DE MARKETING (MERCADERO)

- Análisis de ventas
- Portafolio de servicios
- Identificación de productos rentables
- Participación actual en el mercado
- Inversión
- Métodos de distribución
- Calidad de los productos

##### VARIABLE DE LOGÍSTICA

- Análisis de infraestructura
- Seguridad operativa
- Costos
- Beneficios
- Mano de obra
- Ubicación estratégica

##### VARIABLE DE FINANZAS Y CONTABILIDAD

- Sistemas de gestión contable
- Margen operativo
- Diagnóstico de ventas
- Nivel de endeudamiento
- Estructura de gastos y costos
- Flujo de caja

##### VARIABLE DE TECNOLOGÍA INTERNA

- Disponibilidad de información
- Capacidad del personal
- Implementación de sistemas óptimos
- Innovación empresarial
- Prestación de servicios



### e. Análisis FODA

Es crucial, dentro del análisis de competitividad de las empresas productoras y comercializadoras de pasifloras, establecer la matriz FODA, ya que trazaremos un plan de acción basado en el aprovechamiento de las fortalezas y oportunidades de mejora que presentan las empresas e inspeccionar a fondo las debilidades y amenazas que vulneran el funcionamiento de las empresas.

**Tabla 3.** Matriz FODA de las Empresas Analizadas

Fortalezas	Oportunidades
<ol style="list-style-type: none"> <li>Entorno conocido</li> <li>Calidad de los productos ofertados</li> <li>Producción constante</li> <li>Arduo conocimiento en labores de campo</li> <li>Disposición para aprender</li> <li>Cuentan con experiencia en el mercado</li> <li>Proveedores establecidos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mejorar el nivel de competitividad</li> <li>Acceder a mayores tasas de ganancias</li> <li>Establecer alianzas comerciales duraderas</li> <li>Acceder a fondos de financiación</li> <li>Dar valor agregado a la empresa</li> <li>Producir crecimiento organizacional y económico</li> <li>Crear nuevos productos y servicios</li> <li>Implementar créditos rotatorios</li> <li>Adaptar herramientas TIC</li> <li>Creer laboralmente.</li> </ol>
Debilidades	Amenazas
<ol style="list-style-type: none"> <li>Falta de identificación de una Misión y una Visión.</li> <li>Inseguridad para innovar</li> <li>Falta de conocimiento administrativo</li> <li>Conformismo operacional</li> <li>Sistemas inadecuados de gestión contable</li> <li>Mala estructuración en la delegación de funciones</li> <li>Falta de información oportuna, precisa y confiable sobre el cumplimiento de metas y objetivos</li> <li>Déficit de oferta de productos</li> <li>Carencia de preparación para el talento humano</li> <li>Cultura organizacional frágil</li> <li>Dificultad para adaptarse al cambio</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de la empresa</li> <li>Deficiencia de reputación</li> <li>Pérdida de compradores y proveedores</li> <li>Crisis económicas</li> <li>Mercados más exigentes y competitivos</li> <li>Mercados online.</li> <li>Falta de experiencia suficiente para ciertos trabajos</li> <li>Falta de estudio</li> <li>Deterioro de la calidad de vida</li> <li>Perjudicial situación política y económica del país</li> </ol>

## f. Matriz Estratégica

**Tabla 4.** Planificación de Estrategias FODA

<p><b>Matriz FODA:</b> <b>Planificación Estratégica</b></p>	<p><b>Fortalezas (F)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- F1 Es un entorno conocido.</li> <li>- F2 Calidad de los productos ofertados.</li> <li>- F3 Producción constante</li> <li>- F4 Arduo conocimiento en labores de campo.</li> <li>- F5 Disposición para aprender F6 Cuentan con experiencia en el mercado.</li> <li>- F7 Tienen establecidos proveedores.</li> </ul>	<p><b>Debilidades (D)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- D1 No tienen identificada una misión y visión.</li> <li>- D2 Inseguridad para innovar.</li> <li>- D3 Poco conocimiento administrativo.</li> <li>- D4 Conformismo operacional.</li> <li>- D5 Sistemas de gestión contable inadecuados.</li> <li>- D6 Mala estructuración en la delegación de funciones.</li> <li>- D7 Cultura organizacional frágil.</li> </ul>
<p><b>Oportunidades (O)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O1 Mejorar el nivel de Competitividad.</li> <li>- O2 Acceder a mayores tasas de ganancia.</li> <li>- O3 Establecer alianzas comerciales.</li> <li>- O4 Acceder a fondos de financiación.</li> <li>- O5 Generar crecimiento organizacional y económico.</li> <li>- O6 Creación de nuevos productos y servicios.</li> <li>- O7 Adaptación de herramientas TIC.</li> </ul>	<p><b>Estrategia FO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- FO1 Implementar créditos rotatorios para evitar endeudamiento de la empresa.</li> <li>- FO2 Crear una marca corporativa para diferenciar nuestros productos.</li> <li>- FO3 Ofrecer portal de consulta a los clientes a través de sitios web, App, redes sociales, entre otros.</li> <li>- FO4 Ofrecer transformación de productos.</li> <li>- FO5 Aprovechar la localización de los puntos de venta para alcanzar nuevos clientes.</li> </ul>	<p><b>Estrategia DO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DO1 Aprovechar la tecnológica para la gestión y control de los sistemas financieros.</li> <li>- DO2 Establecer una arquitectura organizacional fuerte teniendo en cuenta el enfoque de los procesos colaborativos.</li> <li>- DO3 Brindar capacitación para el talento humano de la empresa.</li> <li>- DO4 Brindar nuevos servicios de entrega de los productos.</li> </ul>
<p><b>Amenazas (A)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A1 Pérdida de la empresa.</li> <li>- A2 Nivel de reputación inadecuado.</li> <li>- A3 Pérdida de compradores y proveedores.</li> <li>- A4 Crisis económicas.</li> <li>- A5 Mercados más exigentes y competitivos.</li> <li>- A6 Deterioro de la calidad de vida.</li> <li>- A7 Situación política y económica del país.</li> </ul>	<p><b>Estrategia FA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- FA1 Aprovechar el aumento de la población para promover la preferencia por nuestros productos.</li> <li>- FA2 Crear beneficios económicos para los empleados e incentivarlos en la mejora de su desempeño en la empresa para mejorar su calidad de vida.</li> </ul>	<p><b>Estrategia DA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DA1 Capacitar al personal directivo para que estén en la capacidad de desarrollar estrategias que les permita enfrentar situaciones de crisis económicas y pandemias.</li> <li>- DA2 Establecer convenios con entidades asesoras para mejorar el conocimiento y competitividad organizacional de la empresa.</li> <li>- DA3 Implementar servicios publicitarios para dar a conocer la empresa.</li> </ul>

### g. Perspectiva estratégica

Con la elaboración de la matriz estratégica, buscamos generar una perspectiva estratégica en atención a los ámbitos financieros, los clientes, los procesos, la innovación y el aprendizaje dentro de la empresa; también, determinar unos indicadores, metas y acciones para seguir dentro de la empresa.

Figura 9. Modelo para Construir la Perspectiva Estratégica

Perspectivas	Objetivos estratégicos	Indicadores	Meta	Acciones
Financiera	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Crecimiento del negocio</li> <li>2. Participación del mercado</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilidad operativa</li> <li>2. Crecimiento del negocio</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aumento del 20% en la utilidad</li> <li>2. Aumento del 12% en la facturación</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aumento en los puntos de venta</li> <li>2. Expansión del crédito</li> </ol>
Clientes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Satisfacción del cliente</li> <li>2. Fidelidad del cliente</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Porcentaje de retención de clientes</li> <li>2. Porcentaje de satisfacción de clientes</li> <li>3. Crecimiento del negocio</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aumento del 50% en la retención</li> <li>2. Aumento del 15% en la satisfacción</li> <li>3. Aumento del 12% en el crecimiento de las ventas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intencificación de la publicidad</li> <li>2. Ampliación de vendedores</li> <li>3. Implantación de atención al cliente</li> </ol>
Procesos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mejora de calidad de producción</li> <li>2. Mayor eficiencia</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Porcentaje de productos fabricados sin defectos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mejora del 30% en la calidad del producto</li> <li>2. Aumento del 10% en la eficiencia</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Programa de calidad total</li> <li>2. Programa de productividad</li> </ol>
Innovación y aprendizaje	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrenar al personal</li> <li>2. Mayor motivación del personal</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Productividad del personal</li> <li>2. Mejora del clima laboral</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aumento del 10% en la productividad</li> <li>2. Mejora del clima laboral</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Creación de Universidad corporativa</li> <li>2. Aumento del entrenamiento</li> </ol>

Nota. Gómez (2018).

### Análisis Externo

Este análisis se hace con el objetivo de estudiar el entorno competitivo de las empresas. Proponer un enfoque del macroentorno y del microentorno tiene en cuenta los factores políticos, económico, socio - cultural, tecnológico, ecológico y legal que pueden influir en el adecuado funcionamiento de estas.

El análisis cuenta con el estudio de mercado establecido para las empresas, de acuerdo con su tamaño, potencial competitivo, capacidad de segmentación del mercado y estudio del control operacional de las empresas:

- Área de marketing
- Contabilidad
- Capacidad de producción
- Desarrollo e investigación
- Sistemas de información

La recolección de esta información podremos establecer estrategias que permitan establecer alianzas comerciales duraderas y productivas.

**Tabla 5.** Aspectos del Macro y Microentorno

Macroentorno (PESTEL)	Microentorno
Factor político	Proveedores
Factor económico	Clientes
Factor socio - cultural	Competidores
Factor tecnológico	Público
Factor ecológico	Empresa
Factor legal	Intermediarios

Nota. Gómez (2018).



Prospectiva estratégica, identificación de variables clave

Figura 10. Matriz IGO para la Evaluación de Variables Organizacionales

<b>IGO PARA PRIORIZAR LOS FACTORES DE CAMBIO</b>												
Califique: Fuerte (4 puntos), Moderado (3 puntos), Débil (1 punto), Nulo												
Variable	Importancia					Gobernabilidad						
	Evaluable 1	Evaluable 2	Evaluable 3	Evaluable 4	Promedio	Evaluable 1	Evaluable 2	Evaluable 3	Evaluable 4	Promedio		
<b>Administración</b>												
1	Identidad corporativa	3	3	3	3	3.0	3	2	3	2	2.5	
2	Control de producción	4	4	4	4	4.0	4	3	4	3	3.5	
3	Capacidad operativa y de producción de la empresa	3	4	4	4	3.8	3	4	3	3	3.3	
4	Herramientas tecnológicas para el fortalecimiento operativo y administrativo	4	3	4	2	3.3	4	3	2	2	2.8	
<b>Comercialización</b>												
5	Métodos de comercialización actuales	4	3	3	2	3.0	4	3	2	3	3.0	
6	Oferta y demanda de productos	4	3	4	4	3.8	4	3	3	4	3.5	
7	Canales de distribución usados	4	4	4	4	4.0	4	3	4	3	3.5	
8	Mercado objetivo - mejores resultados económicos	3	4	3	3	3.3	3	4	3	3	3.3	
9	Análisis de la competencia	3	3	4	3	3.3	3	4	2	3	3.0	
<b>Marketing</b>												
12	Estrategia de producto: alcance del producto	2	3	3	3	2.8	2	4	4	3	3.3	
13	Estrategia de precio: posibles variaciones estratégicas en un periodo de tiempo	4	4	3	3	3.5	4	4	4	3	3.8	
<b>Registro de Marca</b>												
15	comercial	2	2	4	3	2.8	1	2	3	3	2.3	
<b>Transformación</b>												
16	Portafolio de Servicios	2	3	2	4	2.8	2	3	3	3	2.8	
18	Gestión de convenios y alianzas comerciales	4	4	4	4	4.0	4	4	4	4	4.0	
19	Transformación de productos: aprovechamiento de co-productos	4	4	3	3	3.5	4	4	3	3	3.5	
<b>Empleo y emprendimiento</b>												
20	Empleabilidad	3	2	3	3	2.8	3	3	4	2	3.0	
21	Creación y fortalecimiento de alianzas comerciales	4	3	4	2	3.3	4	4	4	3	3.8	
<b>PROMEDIO</b>						<b>3.4</b>	<b>PROMEDIO</b>					<b>3.2</b>



Una vez terminadas estas fases, se procede a elaborar el plan de fortalecimiento; este es el método por el que se crean las estrategias clave, para que realmente haya un fortalecimiento en las empresas. Debe tenerse en cuenta que hay que llevar a buen término estos procesos con personal externo a la organización que sea profesional en el área que se va a diagnosticar, evaluar y fortalecer, ya que propondrá una visión diferente del entorno; y analizar aspectos tal vez no contemplados.

Debe tener en cuenta que un plan estratégico es una herramienta importante para tu empresa, ya que provee una visión de cómo se pueden realmente alcanzar las metas y objetivos establecidos desde un panorama general hasta uno más detallado en el que se puedan conocer las actividades que deberán realizar los miembros de tu equipo para lograr el éxito conjunto.

## Resultados

El impacto generado por parte de este proyecto permite a los empresarios obtener mayor participación en el mercado. En vista del requerimiento de aumentar la producción suficiente para alcanzar los mercados internacionales, se hizo un estudio de mercado que evidenció la oportunidad y necesidad de establecer alianzas comerciales entre los productores de Pasifloras. Los objetivos de dicha alianza son integrar a los pequeños productores del suroccidente del Huila, a través de la estandarización de la calidad de sus productos de acuerdo con las exigencias de los mercados; traer consigo, reconocimiento, productividad, competitividad y propiciar a estos pequeños productores la mejoría en su calidad de vida a partir de la obtención de mayores ingresos.

El gran reto que se tuvo en esta investigación fue obtener el interés y participación de los pequeños productores. A partir de este desafío de concertar información verídica para los empresarios, se creó una alianza con una comercializadora nacional e internacional; esta alianza afianzó el vínculo de credibilidad en los empresarios y, por ende, se accedió de manera más precisa y óptima a la capacitación de los empresarios en cuanto al funcionamiento, obligaciones, beneficios y la importancia del trabajo en equipo para poder cumplir con el objetivo de alcanzar nuevos mercados nacionales e internacionales.

## Perfil de Empresas Analizadas

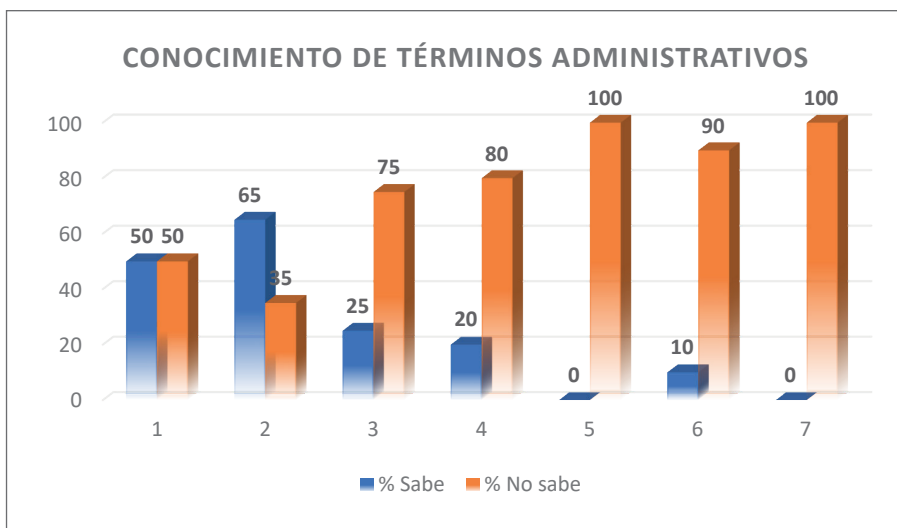
En la implementación de las entrevistas y encuestas del sector pasifloras, se identificó el gran potencial de los empresarios para la generación de ideas, y propuestas

de proyectos (como la creación de asociaciones para cumplir con las exigencias del mercado en cuanto a cantidad del producto); esto nos permite ver el grado de originalidad de los empresarios. Para nadie es un secreto que hoy en día quien no imagina (creatividad) no innova, ya que estos dos factores van de la mano hacia una mejor competitividad en las empresas. El reto está en llevar esas ideas al campo de acción que es en el que los empresarios presentan sus falencias, ideas que tienen, pero que son subestimadas para volverlas realidad, ellos no se sienten capacitados para desarrollar dichos procesos. Es el temor para fallar y; el afán de querer ver los resultados lo más pronto posible hacen que los empresarios se desanimen y no conviertan esta creatividad en innovación. Claro está que ejecutar la idea es el paso más importante ya que ella cobra vida y se convierte en un factor diferenciador para las empresas. Los gerentes o representantes legales de las empresas deben adaptarse al entorno, gustos y hábitos cambiantes de los consumidores ingeniárselas e inventarse nuevas estrategias para atrapar la atención del mercado en atención a que la creatividad mejora la productividad y la eficiencia en el negocio.

### Posición Competitiva en el Mercado

Cerca del noventa por ciento (90%) de los empresarios encuestados presentan dificultades para ser competitivos; primeramente, no conocen de estos términos, no conocen cómo se mide el margen competitivo de una empresa y, por ende, no saben suscitar ventajas competitivas.

Figura 11. Nivel de Conocimiento de los Empresarios Encuestados



Esta gráfica representa en porcentaje el nivel de conocimiento de los empresarios en cuanto a términos administrativos, como misión, visión, importancia de los objetivos, valor de la política de calidad, importancia de establecer metas, entre otros, esos términos son fundamentales para el debido funcionamiento de una empresa. Como el déficit es muy alto, se asume que los empresarios carecen una proyección empresarial; Esto también hace parte del nivel de asesoramiento que han tenido los empresarios, al momento de crear empresa.

### **Análisis de Recurso: Capacidad de Dirección Estratégica**

En este análisis tenemos como objetivo identificar la capacidad y la posibilidad de las empresas para crear ventajas competitivas. Lo realizamos mediante el diagnóstico y valoración estratégica tanto de los recursos y habilidades que posee cada una de las empresas como también de los recursos a los que pueden acceder.

La organización y planificación interna es el principal eje para obtener una mayor competitividad de las empresas.

A continuación, se muestra el seguimiento realizado a las empresas productoras de Pasifloras.

1. Identificación de los recursos. Para conocer si cuentan con infraestructura apropiada, maquinaria operativa, utensilios o herramientas de protección personal, que permiten llevar a cabo las tareas básicas actuales.
2. En los recursos intangibles, presentan déficit organizacional, ya que no implementan las tecnologías de la información, las redes sociales, como medio de promoción y publicidad para darse a conocer y, de igual manera, lograr un enganche en el mercado; la falta de conocimiento es la principal problemática.
3. Identificación de la capacidad de la Empresa. En este aspecto identificamos que las empresas no presentan gran capacidad ni administrativa ni operativa, ya que no han estudiado el mercado; por lo tanto, no conocen que actividades hacen mejor o son componente diferenciador de sus empresas.
4. Evaluación Estratégica de los recursos y capacidades. Este sector no ha creado estrategias para obtener una ventaja competitiva en el mercado; por el contrario, son conformistas con los productos y atención que ofrecen a los consumidores.
5. La explotación de la dotación de los recursos y capacidades. Se deberá tener en cuenta como explotar eficazmente las fortalezas internas y buscar reducir las vulnerabilidades que se derivan de las debilidades.

A la hora de explotar adecuadamente las fortalezas, hay que tener en cuenta la parte interna (estrategia competitiva y corporativa) y la parte externa de la empresa (comercialización de recursos).

## Falencias Identificadas

Figura 12. Diagnóstico y Análisis del Área Administrativa

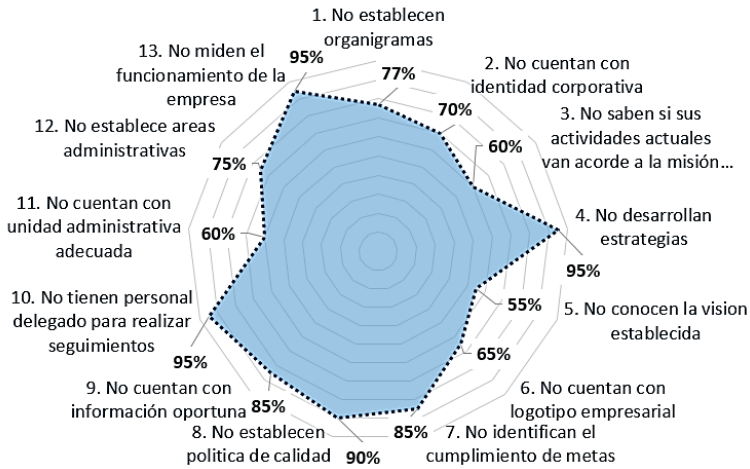
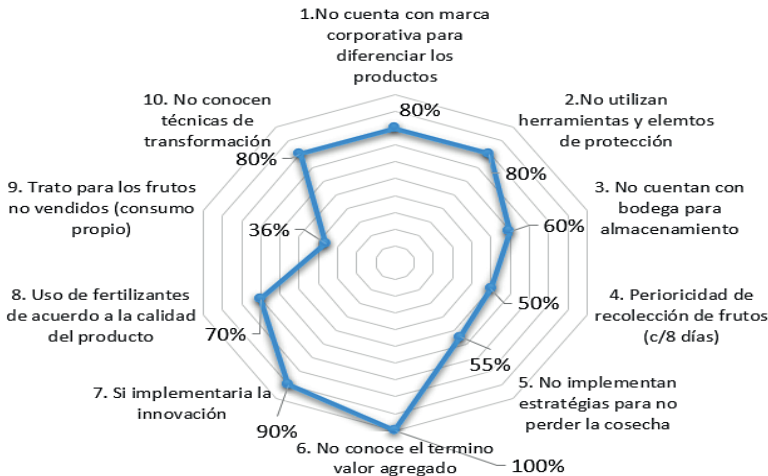
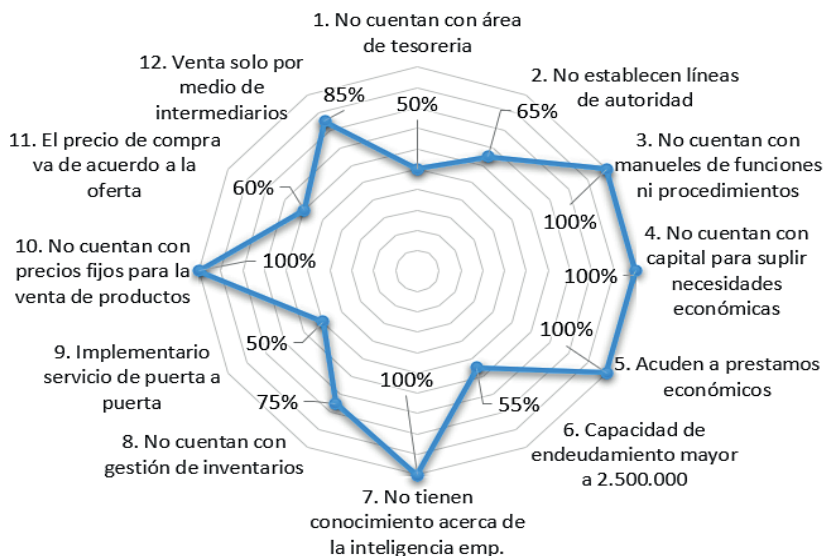


Figura 13. Diagnóstico y Análisis del Área Operativa



**Figura 14.** Diagnóstico y Análisis del Área Económica



## CONCLUSIONES

La investigación desarrollada permitió adquirir una perspectiva más objetiva sobre el futuro competitivo de los empresarios productores de pasifloras en el suroccidente del Huila.

Cada una de las etapas ejecutadas dentro de la investigación y del fortalecimiento empresarial generado tuvo una evaluación bibliográfica, esta propició la determinación de las herramientas óptimas y precisas para cumplir con el objetivo del proyecto: Fortalecer los procesos organizacionales de las empresas, y establecer una perspectiva estratégica del sector de las pasifloras. Estas herramientas ayudarán a los empresarios optimicen sus recursos y establezcan alianzas comerciales que les permitan ser objetivos y competitivos.

Un análisis e investigación objetiva y realista del escenario actual de la empresa se hace necesario, pero siempre con miras hacia el futuro de manera ambiciosa, mediante la proposición de retos y, la revelación del desarrollo y crecimiento para cumplir con la misión de la empresa y, a su vez, avanzar en el camino hacia la visión establecida.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberto, J. (2015). Inteligencia de negocios. Contaduría y Administración, (61), p. 32.
- Becerra, F. (2011). El talento humano y la innovación empresarial. Estudios Gerenciales, (27), p. 24.
- Benedetti, K. (2013). Manuales de inteligencia empresarial. Estudios Gerenciales, (56), p. 35.
- Espinosa, Molina, Vera, F, A, M. (2015). Fracaso empresarial de las pequeñas y medianas empresas (pymes) en Colombia. Elsevier, (06), pp. 29-41.
- M, Tascón. (2010). Variables y modelos para la identificación y predicción del fracaso empresarial. Contabilidad, (15), pp. 7-58.
- Orengo, K. (2017). Factores que el fabricante/distribuidor toma en consideración para la comercialización de alimentos. Estudios Gerenciales, (33), pp. 1-11.
- Parra, R. (2019). Estrategia y generación de valor en empresas proveedoras de servicios colombianas. Cuadernos de Administración, (34), pp. 17-30.
- Rodríguez, Álvarez, F, C. (2013). El talento humano y la innovación empresarial en el contexto de las redes empresariales: (Estudios Gerenciales), pp. 209-232.
- Salom, L. (2012). Canales de distribución y estrategias de comercialización. Estudios Gerenciales, (28), pp. 191-228.
- Serna, Calderón, L, M. (2012). Marco conceptual Canales de distribución y estrategias comerciales. Estudios Gerenciales, (28), pp. 191-228,
- Tejeda, A. (219). Factores que impulsan las importaciones de las empresas de alimentos procesados, mejorando su competitividad. Investigación Administrativa, (48), p. 124.
- Tello, Velasco, E, J. (2015). Inteligencia de Negocios: Estrategia para el Desarrollo de Competitividad. Business, (61), pp. 1-10.

## CAPÍTULO 3

# DESARROLLO DE APLICACIÓN MÓVIL CON REALIDAD AUMENTADA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL SECTOR CAFETERO DEL HUILA

---

SERGIO YAMIT RIVERA FLOR

Colombiano. Especialista Tecnológico en Gestión y seguridad de Bases de Datos. Investigador Grupo de Investigación NOVA. Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila. Colombia. syrivera89@misena.edu.co

---

## RESUMEN

Con el presente proyecto de innovación, aprobado mediante la convocatoria del 2019 del banco de proyectos de SEN-NOVA para la vigencia 2020, se busca fortalecer la implementación y certificación en Buenas Prácticas Agrícolas bajo la norma nacional vigente (Resolución 30021 de 2017 del ICA), mediante el desarrollo e implementación de una aplicación móvil con realidad aumentada, con el fin de que sirva como guía didáctica para facilitar la comprensión de la norma. Una de las principales problemáticas identificadas en el sector cafetero gira en torno a que para la mayoría de los caficultores la asesoría técnica para la implementación de la BPA es una tarea difícil, debido a que necesitarían contratar a un asesor técnico, esto demanda

un alto costo, genera gastos de dinero, tiempo y uso descontrolado de agroquímicos, les impiden desarrollar métodos agrícolas sostenibles, afectando negativamente el medio ambiente y la salud de los consumidores.

La transformación digital permite fortalecer la capacidad de las organizaciones, así como seguir el ritmo de las demandas emergentes de los mercados mediante el uso de diferentes herramientas tecnológicas disruptivas, por tal razón las organizaciones y especialmente el sector cafetero se sitúa en un momento ideal para el desarrollo de herramientas orientadas a superar brechas tecnológicas y problemáticas cotidianas del sector. Por tal motivo desde el grupo de investigación NOVA del SENA La Plata

se proyectó desarrollar una aplicación móvil con Realidad Aumentada (RA en adelante) con la cual se obtenga información interactiva de procesos técnicos para la implementación de las BPA en las fincas cafeteras.

Esta aplicación ayudará a comprender los conceptos, procedimientos y prácticas técnicas de las BPA aplicadas a los cultivos de café, mediante gráficos tridimensionales. Permite observar de manera detallada y ejemplar la distribución correcta de las áreas de cultivo, procesamiento, almacenamiento, suministro de agua, distribución de riegos, áreas de secado, manejo de residuos, de sustancias, herramientas, requisitos higiénicos, instalaciones y otros conceptos, con el fin de lograr que el productor los comprenda fácilmente y pueda continuar hacia un proceso de certificación en BPA.

*Palabras clave:* Buenas prácticas agrícolas; aplicación móvil; realidad aumentada; trazabilidad en fincas cafeteras.

## ABSTRACT

With the present innovation project called “Development of mobile application with augmented reality for the implementation of good agricultural practices in the coffee sector of Huila”, approved by the 2019 call of the SENNOVA project bank for the 2020 period, it seeks to strengthen the implementation and certification in Good Agricultural Practices under the current national

standard Resolution 30021 of 2017 of the ICA, through the development and implementation of a mobile application with augmented reality that serves as a didactic guide to facilitate the understanding of the standard. One of the main problems identified in the coffee sector revolves around the fact that for most coffee growers, having technical advice for the implementation of GAP is a difficult task, because hiring a technical advisor demands a high cost, generating expenses of money, time and uncontrolled use of agrochemicals, which prevent them from developing sustainable agricultural methods, negatively affecting the environment and the health of consumers.

The digital transformation allows strengthening the capacity of organizations as well as keeping pace with emerging market demands through the use of different disruptive technological tools, for this reason organizations and especially the coffee sector are at an ideal time for development of tools aimed at overcoming technological gaps and daily problems in the sector, for this reason the NOVA research group of SENA La Plata planned to develop a mobile application with Augmented Reality (AR from now on) which contains interactive information on technical processes for implementation of GAP in coffee farms.

This application will help to understand the concepts, procedures and techni-

cal practices pertaining to GAP applied to coffee crops, through three-dimensional graphics, allowing to observe in a detailed and exemplary way the correct distribution of the areas of cultivation, processing, storage, water supply, irrigation distribution, drying areas, waste management, substance management,

tools, hygienic requirements, facilities and many more concepts in order to make the producer easily understand these concepts and can continue towards a GAP certification process.

*Keywords:* Good agricultural practices; mobile application; augmented reality; traceability in coffee farms.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la agricultura ha tomado gran importancia, según la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) el sector debe proveer aumentos importantes de productos agrícolas, así como los proyectos necesarios para contribuir a la economía de los países (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016).

La alimentación y la agricultura se encuentran en la actualidad en una encrucijada. En las últimas décadas, la producción agrícola ha mejorado notoriamente a la hora de cubrir las necesidades alimentarias de la población mundial en crecimiento. Sin embargo, el progreso a menudo ha venido acompañado de consecuencias sociales y medioambientales como la escasez de agua, degradación del suelo, presiones sobre los ecosistemas, pérdida de biodiversidad, disminución de la población de peces y bosques y unos altos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016).

En Colombia existen más de 563.000 empresas familiares cafeteras y alrededor de 90.000 son caucanas (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2017). La mayoría de ellas realiza un proceso artesanal que concentra sus esfuerzos en la producción de materia prima (volúmenes de café), y un gran número solo transforma el producto hasta café pergamino seco (incluso muchos solo llegan al café mojado), sin que se genere otro valor agregado a la cadena de comercialización. A lo anterior se suma un gran desconocimiento de las principales características y especificaciones de los procesos adicionales que permiten la obtención de un producto con calidad. La falta de registro de la trazabilidad –por parte de los productores cafeteros– pro-

voca una carencia en el control y seguimiento del producto hasta que llega al cliente final, lo que genera una desventaja competitiva, inherente al reconocimiento del café colombiano como uno de los mejores del mundo, convirtiéndolo cada vez más en un artículo genérico sin identidad (Castillo Landinez, S. P., Caicedo Rodríguez, P. E. & Sánchez Gómez, D. F., 2019).

Según la Federación Nacional de Cafeteros en los últimos años, en el Huila se ha evidenciado un incremento en el número de cafeteros con una población de 332.000 personas y 82.764 productores, siendo el café el negocio agrícola más importante del Departamento, sembrado en 35 de sus 37 municipios. En 2010 contaba con 102.500 hectáreas y en 2018 con 146.762 hectáreas, presentando un crecimiento en nueve años de 44.262 hectáreas, ocupando el primer lugar como el mayor productor de café a nivel nacional y aportando el 18,48% de la producción total en 2018. Huila ostenta la bandera de ser la región con mayor producción de café en cantidad, también es líder en cultivar los especiales con una participación del 25% de la producción del departamento.

En una economía global los alimentos deben recorrer grandes trayectos para llegar hasta el consumidor (Zailani, Arrifin, Wahid, Othman & Fernando, 2010). Por eso, cada vez se hace necesario realizar un seguimiento cercano a la calidad y a la seguridad de estos productos por medio de múltiples mecanismos (Wang, Yue & Zhou, 2017). Estas estrategias de seguimiento son conocidas como herramientas de trazabilidad. Según Costa et al. (2013), la trazabilidad comprende todas aquellas técnicas y tecnologías que permiten ubicar un animal, una mercancía o un producto alimenticio y hacer el estudio histórico de su procedencia y de su procesamiento al cual fue sometido; esta definición concuerda con la propuesta por la regulación europea 178/2002 (Zhang, Sun & Liu, 2011).

Las expectativas de que los productos sean manipulados en condiciones higiénicas y libres de riesgos para la salud en la producción de alimentos han llevado a los productores, empacadores, transportistas, exportadores y comerciantes de todo el mundo a hacer mayores esfuerzos para asegurar la aceptabilidad de sus productos. La producción bajo el esquema de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en adelante asegura a los consumidores de frutas y hortalizas frescas, productos sanos e inoocuos para el consumo humano, protegiendo además el medio ambiente y la salud de los trabajadores (Bernal, J. et al., 2014).

La norma de Buenas Prácticas Agrícolas nace a partir de la decisión de diferentes instituciones y gremios dedicados a la labor de conservación ambiental de la agricultura y a la protección de la biodiversidad en América Latina, esta norma fue concebida



bajo la consideración de la necesidad de instaurar prácticas sostenibles en la agricultura, no solo por ser este el medio de vida de millones de personas en Latinoamérica y en el mundo, sino también, por la presión y el riesgo que generan las prácticas inapropiadas de la agricultura convencional en los recursos naturales y los ecosistemas (Díaz, Sierra, 2018).

Por estas razones es que cobra importancia el uso de las BPA y la implicación en paralelo de respetar, usar y aplicar, según el lugar donde se encuentre, los aspectos ambientales. Las BPA crean competitividad y validan los productos agrícolas en condiciones estándares para el consumo humano (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016).

Las BPA garantizan que los productos de consumo humano cumplan los requisitos mínimos de inocuidad de los alimentos, seguridad de los trabajadores y la rastreabilidad de los alimentos de origen agrícola, así como su sostenibilidad ambiental, contribuyendo a proteger la salud de los consumidores (Guía de BPA, IICA, Ecuador).

Es importante tener en cuenta que para la mayoría de los caficultores contar con asesoría técnica para la implementación de BPA en sus fincas, no es una tarea fácil ya que contratar a un asesor técnico tiene un elevado costo para los caficultores. En algunos casos estos desconocen cómo proceder a la hora de implementar métodos agrícolas sostenibles, generando gastos de dinero, tiempo y uso descontrolado de plaguicidas, los cuales afectan negativamente el medio ambiente y la salud.

El Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del SENA (SENOVA) de la mano con el grupo de Investigación NOVA del Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila, SENA La Plata, tienen como propósito fortalecer los estándares de calidad y pertinencia, por tal motivo se desarrolla el proyecto de innovación “Desarrollo de aplicación móvil con realidad aumentada para la implementación de buenas prácticas agrícolas en el sector cafetero del Huila” el cual tiene como objetivo principal fortalecer la implementación y certificación las BPA en fincas productoras de café bajo la Resolución 30021 del ICA. Debido a que la transformación digital permite fortalecer la capacidad de implementar nuevos modelos y prácticas, el sector cafetero se sitúa en un momento ideal para el desarrollo de herramientas orientadas a superar brechas tecnológicas y problemáticas cotidianas del sector, por tal motivo se proyectó desarrollar una aplicación móvil con Realidad Aumentada (RA en adelante) con la cual obtenga información interactiva de los procesos técnicos para la implementación de las BPA en fincas cafeteras, junto con el proceso de su certificación con una norma nacional vigente.

Este desarrollo tecnológico consiste en una aplicación móvil que facilite a los productores la comprensión de los diferentes conceptos, procedimientos y prácticas

técnicas pertenecientes a las BPA aplicadas en cultivos de café, mediante gráficos tridimensionales, permitiendo observar de manera detallada y ejemplar la distribución correcta de las áreas de cultivo, procesamiento, almacenamiento, suministro de agua, distribución de riegos, áreas de secado, manejo de residuos, manejo de sustancias, herramientas, requisitos higiénicos, instalaciones y muchos conceptos más con el fin de lograr que el caficultor comprenda fácilmente los conceptos y pueda continuar hacia un proceso de certificación en BPA.

La aplicación está desarrollada para ser ejecutada desde dispositivos móviles, los cuales se definen como aparatos eléctricos de tamaño reducido que tienen la capacidad de procesar información, algunos de estos dispositivos cuentan con conexión a la red (Domínguez, 2014). Sin embargo, hoy en día se conocen como Smartphones, teléfonos avanzados o inteligentes, son dispositivos móviles diseñados inicialmente para mantener comunicaciones biunívocas de mensajes visuales, sonoros o textuales” (Vázquez-Cano & Sevillano, 2015,).

La aplicación se desarrolló utilizando Android Studio (Android Studio, 2020), porque es el entorno de desarrollo integrado oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android y se basa en IntelliJ IDEA. Además, el potente editor de códigos y las herramientas para desarrolladores de IntelliJ, Android Studio ofrece más de 17 funciones que aumentan la productividad durante la compilación de aplicaciones para Android, para el almacenamiento de la información de las fincas se implementó una base de datos en MySQL; esta es un conjunto de datos almacenados en memoria externa que están organizados mediante una estructura de datos. Cada una ha sido diseñada para satisfacer los requisitos de información de una empresa u otro tipo de organización (Marques, 2009).

La aplicación utiliza servicios web para el consumo y gestión de la información, un servicio web expone funcionalidad a un consumidor, es una URL programable y proporciona mecanismos para invocar operaciones de forma remota a través de internet, está basado en estándares web (HTTP, XML, SOAP, WSDL, UDDI), puede implementarse en cualquier plataforma, actuando como caja negra (componentes reutilizable y alquilable (Pelechano, 2006).

Para el modelado de objetos para RA se empleó Blender un software para modelamiento, este tipo de software es muy útil para la elaboración de piezas virtuales en tres dimensiones, pues permite apreciar cómo es que se verá la pieza una vez terminada; como se deduce del caso anterior este software puede tener un módulo para la generación del plano de la pieza modelada. Blender es la suite de creación 3D gratuita y de código abierto. Es compatible con la totalidad de la canalización 3D:

modelado, montaje, animación, simulación, renderizado, composición y seguimiento de movimiento, edición de video y canalización de animación 2D (Blender, 2020).

La tecnología usada para el desarrollo y codificación fue React Native un framework, basado en JavaScript que sirve para el desarrollo de aplicaciones móviles de presentación nativa para iOS y Android (React Native, 2017). Su núcleo se basa en React14, pero usa módulos nativos en lugar de módulos web como bloques de construcción. Este framework usa una técnica que realiza llamadas asíncronas al sistema operativo donde se ejecuta la aplicación, que llama a las API<sup>15</sup> de widget nativas. “Hay un motor de JavaScript, y la API de React es parecida a React para diseño de aplicaciones web. La diferencia es principalmente con el objetivo; en lugar de un DOM<sup>16</sup>, hay llamadas API asíncronas” (Boduch, 2017, p. 287).

### **Importancia de las BPA**

La inocuidad de los alimentos es hoy en día una preocupación mundial tanto para los consumidores como para las autoridades y la atención se centra en la producción primaria, ya que en la mayoría de los casos el origen de los problemas está en las primeras etapas de las cadenas productivas. Con el fin de contribuir a la oferta de alimentos sanos para los mercados nacionales e internacionales se requiere implementar programas de BPA, como sistemas de aseguramiento de la inocuidad y cumplir así con los requisitos de calidad adoptados por los compradores (Torrado, 2010).

Las BPA se derivan de la demanda de los consumidores europeos por alimentos cada vez más sanos e inoos, y que hayan sido obtenidos respetando el medio ambiente, la salud y seguridad de los trabajadores en el campo, dando lugar a que en 1997 se reuniera un grupo de comerciantes minoristas de la Comunidad Europea que elaboró el primer protocolo regulatorio de la comercialización de frutas y hortalizas en su territorio, el cual se denominó EUREPGAP (IICA, 2004).

Las BPA son un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, orientadas a asegurar la protección de la higiene, la salud humana y el medio ambiente, mediante métodos ecológicos seguros, aceptables de manera higiénica y factibles económicamente.

La FAO ha elaborado una definición descriptiva y explícita, al señalar que la adopción de las BPA “consiste en la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sostenible de los recursos naturales básicos para la producción, en forma benévola, de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios inoos y saludables, a la vez que procuran la viabilidad económica y la estabilidad social”.

Las BPA van desde la siembra del cultivo hasta la cosecha de los productos con el fin de que todos los predios productores de frutas y hortalizas del país estén certificados y de esta manera se asegure la inocuidad alimentaria, mediante la prevención de los riesgos asociados a la producción primaria. La implementación de las BPA tiene como objetivo la producción de alimentos sanos, inocuos y de calidad, mediante el cuidado de los procesos y las condiciones de producción, y el cuidado, principalmente, de la salud del trabajador rural, de su familia y de la sociedad en su conjunto, como así también la preservación de los recursos naturales.

Además, amplían los beneficios del cultivo porque mejoran las condiciones ecológicas en el sistema de café, teniendo como finalidad establecer los criterios generales que permitan obtener productos de origen vegetal inocuos para el consumo a partir de una producción sostenible.

Con el fin de contribuir a la oferta de alimentos sanos para los mercados nacionales e internacionales se requiere implementar programas de BPA, como sistemas de aseguramiento de la inocuidad y cumplir así con los requisitos de calidad adoptados por los compradores.

La producción mundial de alimentos ha venido evolucionando en los últimos años por causa de las exigencias del comercio que debe atender la demanda de productos inocuos por parte de los consumidores y de los clientes, y por la preocupación de los gobiernos, la sociedad y los organismos internacionales interesados en la sostenibilidad económica, ambiental y social de los sistemas de producción.

Se espera que la agricultura garantice la seguridad alimentaria en el corto y largo plazo y que se reduzca cualquier repercusión negativa en la salud de los consumidores, al tiempo que produce efectos ambientales, sociales y económicos positivos y sostenibles.

Además, es claro que aquí está involucrado el tema de la competitividad, ya que el comercio de los productos agroalimentarios se rige hoy por el cumplimiento de requisitos de calidad, sanidad e inocuidad exigidos por los gobiernos y los comercializadores de alimentos a nivel mundial (ICA. 2005).

### **Resolución 30021 del Instituto Colombianos Agropecuario (ICA) para la Certificación en BPA**

La Resolución 30021 del ICA establece los requisitos para la certificación en buenas prácticas agrícolas en producción primaria de vegetales y otras especies para consumo humano, a la vez que deroga la 20009 de 2016.

Los temas específicos de esta resolución son: intervinientes en el derecho agropecuario, producto agropecuario, actividad agrícola, ICA, sanidad vegetal, protección a la actividad agrícola, práctica ambiental, empresa agrícola, crecimiento de los activos biológicos de la actividad agrícola, control de los activos biológicos de la actividad agrícola.

Según lo estipulado en el artículo 2.13.1.1.2 del Decreto 1071 de 2015 corresponde al ICA el manejo de la sanidad vegetal, para lo cual adoptará las acciones y disposiciones que sean necesarias para la prevención, erradicación, o el manejo de enfermedades, plagas, malezas o cualquier otro organismo dañino que afecten las plantas y sus productos, actuando en permanente armónica con la protección y preservación de los recursos naturales.

Que de acuerdo con el numeral 2° del artículo 30 del Decreto 4765 de 2008 corresponde al ICA velar por la implementación de sistemas de aseguramiento de la calidad e inocuidad (BPA, BPM) y su certificación.

Que de acuerdo con el numeral 3° del artículo 30 del Decreto 4765 de 2008 corresponde al ICA establecer mecanismos para la certificación de buenas prácticas agrícolas y proponer el desarrollo de incentivos al productor para su implementación.

La norma se basa en tres temas, de factibilidad ambiental, equidad social y viabilidad económica, bajo esta idea, el ICA, en su calidad de autoridad técnica en la materia, ha venido desarrollando diversos procesos de capacitación de productores en todo el territorio nacional, con la intención de obtener una certificación y poder generar importantes cambios y transformaciones de las malas prácticas agrícolas, ambientales y sociales que cotidianamente desarrollan los productores agrícolas de nuestro país.

## **EI ICA**

El ICA es una entidad pública del orden nacional, con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio independiente, perteneciente al Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI), y adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Se creó en 1962 mediante el Decreto 1562 del 15 de junio, para coordinar e intensificar las labores de investigación, enseñanza y extensión de las ciencias agropecuarias, para el mejor y más armónico desarrollo de todas las actividades del sector, especialmente para facilitar la reforma social agraria.

Actualmente, el ICA tiene la responsabilidad de trabajar por el control de la sanidad agropecuaria del país aplicando las medidas sanitarias y fitosanitarias, con la orientación de acciones mediante los procesos de vigilancia epidemiológica, evaluación,

gestión y comunicación del riesgo en la producción primaria. Además, lidera el desarrollo de acuerdos y negociaciones internacionales en materia fitosanitaria y zoonosanitaria para la apertura de los mercados a los productos del campo colombiano.

La sede principal de la entidad está en la ciudad de Bogotá, D.C. y cuenta con 32 gerencias seccionales, una por departamento, en los cuales tiene un recurso humano altamente calificado para atender los problemas zoo y fitosanitarios de manera eficiente, que afectan los sistemas de producción primaria en el territorio nacional.

## Objetivo General

Fomentar la implementación y certificación de las BPA en el sector cafetero, a través de una aplicación móvil de realidad aumentada.

## Objetivos Específicos

1. Recolectar información sobre la implementación y certificación en BPA para café en documentos oficiales e investigaciones científicas.
2. Definir los requerimientos de la aplicación móvil con RA, la cual permita instruir al usuario final (caficultor, estudiante o población en general) en la implementación de las BPA para cultivos de café.
3. Codificar y desarrollar la aplicación Android de acuerdo con el informe de requerimientos para la aplicación.
4. Desarrollar artículo científico y procesos de apropiación social del conocimiento los cuales permitan compartir la experiencia de la aplicación móvil con RA desarrollada.

## METODOLOGÍA

Durante la ejecución del proyecto y para el cumplimiento de los objetivos se implementó la metodología secuencial, en la cual se inicia con un completo análisis de los requisitos de los usuarios, en el siguiente paso, los programadores implementan el diseño y finalmente con el sistema completo este es probado y puesto en marcha (Tinoco Gómez, Óscar, Rosales López, Pedro Pablo & Salas Bacalla, Julio, 2010). Esta metodología es usada con frecuencia en proyectos de software.



## Fase 1. Caracterización

Vigilancia científica tecnológica en sistemas de información científica sobre normas y entes certificadores en BPA con las palabras claves Buenas prácticas agrícolas, alimentos inocuos e Implementación de BPA con esta información recopilada se procede con la caracterización de la Resolución 30021 de 2017 del ICA, En este sentido, el ICA es una entidad pública del orden nacional. La Resolución ICA 30021 de abril de 2017 establece los requisitos para la certificación en BPA en producción primaria de vegetales y otras especies para consumo humano. Además, establece las medidas que deben aplicar todas las personas naturales o jurídicas que deseen certificar el predio productor en BPA y que posean a cualquier título, cultivos vegetales como frutas, hortalizas, nueces, café, cacao y aloe vera en producción primaria, cuando sea para consumo humano, caña cuando su producción se destine a jarabes melaos o panelas (ICA, 2020).

El proceso de caracterización de la resolución 30021 del ICA, se realiza con el objetivo de extraer el paso a paso del proceso de certificación en BPA.

## Fase 2. Requerimientos de Software

Con la información de la resolución plasmada en un informe de caracterización se realiza el análisis para desarrollar el documento de requerimientos, es decir, en esta fase se obtienen y clasifican los aspectos funcionales y no funcionales de la solución tecnológica.

Documentos tenidos en cuenta para el desarrollo de los requerimientos de software.

1. Resolución 30021 ICA de 2017.
2. Anexo I Manual de Buenas Prácticas Agrícolas de la Resolución 30021 ICA de 2017.
3. Anexo II Lista de chequeo de Resolución 30021 ICA de 2017.
4. Anexo III Criterios de cumplimiento de Resolución 30021 ICA de 2017.

**Clases y características de usuarios:** El sistema tendrá dos tipos de usuarios finales y un tipo de usuario productor (propietario de la finca) y el interventor o asesor técnico.

- **Usuario productor:** Usuario individual el cual podrá usar la aplicación para realizar procesos de simulación y gestión de la certificación en BPA, así como llevar la trazabilidad de la finca.

- **Usuario interventor:** Profesional técnico registrado en el sistema de información, este usuario tendrá acceso a la información de las fincas registradas a su cuenta, con la cual podrá hacer seguimiento durante el proceso de certificación en buenas prácticas agrícolas.

**Entorno operativo:** El sistema de información (Aplicación móvil y plataforma web) se podrá ejecutar en dos entornos, siendo estos el navegador web y el móvil en el sistema operativo Android.

**Requerimientos funcionales:** Los requerimientos funcionales de un sistema, son aquellos que describen cualquier actividad que este deba realizar, en otras palabras, el comportamiento o función particular de un sistema o software cuando se cumplen ciertas condiciones.

- El sistema enviará un correo electrónico de confirmación cuando se registre el usuario.
- Se permitirá el registro de usuarios con seudónimo.
- Al registrarse e iniciar sesión el usuario se activará el menú de navegación en el sistema.
- El sistema les permitirá a los usuarios autorizados registrar grupos y fincas.
- El sistema registrar y gestionar la trazabilidad de la finca.
- El sistema el envío automatizado de datos a un servidor remoto.
- El sistema ingresar los archivos como documentos y fotografías.
- El sistema deberá gestionar el proceso de certificación en BPA.
- El sistema crear y asignar tareas en el proceso de certificación.
- El sistema contará con la lista de chequeo de BPA, de acuerdo con la Resolución 30021 del ICA.

**Requerimientos no funcionales:** Un requisito no funcional o atributo de calidad es en la ingeniería de sistemas y la ingeniería de software, un requisito que sabe bien y especifica los criterios que pueden usarse para juzgar la operación de un sistema, en lugar de sus comportamientos específicos, ya que estos corresponden a los requisitos funcionales.

- En esta fase también se identifican las tecnologías de desarrollo de software y modelado 2D y 3D.

- Toda funcionalidad del sistema y transacción de negocio debe responderle al usuario en menos de 7 segundos.
- Los datos modificados en la base de datos, serán actualizados para todos los usuarios que acceden en menos de 5 segundos.
- El nuevo sistema se desarrollará aplicando los patrones y recomendaciones de programación que incrementen la seguridad de datos.
- Todos los sistemas se respaldarán cada 24 horas. Los respaldos deben ser almacenados en una localidad segura ubicada en un edificio distinto al que reside el sistema.
- Todas las comunicaciones externas entre servidores de datos, aplicación y cliente del sistema estarán encriptadas.
- Si se identifican ataques de seguridad o brecha del sistema, este no continuará operando hasta ser desbloqueado por un administrador de seguridad.
- El tiempo de aprendizaje del sistema por un usuario deberá ser menor a 4 horas.
- El sistema contará con manuales de usuario estructurados de manera adecuada.
- El sistema proporcionará mensajes de error que sean informativos y orientados a usuario final.
- El sistema poseerá interfaces gráficas bien formadas.
- El sistema tendrá disponibilidad del 99,99% de las veces en que un usuario intente accederlo.

### **Fase 3. Desarrollo de Software**

El desarrollo de esta aplicación móvil se realizó con base en los parámetros establecidos en la Resolución 030021 de 2017 del ICA, en la cual se establecen los requisitos para la certificación de BPA en producción primaria de vegetales y otras especies para consumo humano (ICA, 2017).

El método empleado para el desarrollo de la aplicación móvil con Realidad Aumentada es por etapas, de la siguiente manera:

## Etapa de Desarrollo No. 1

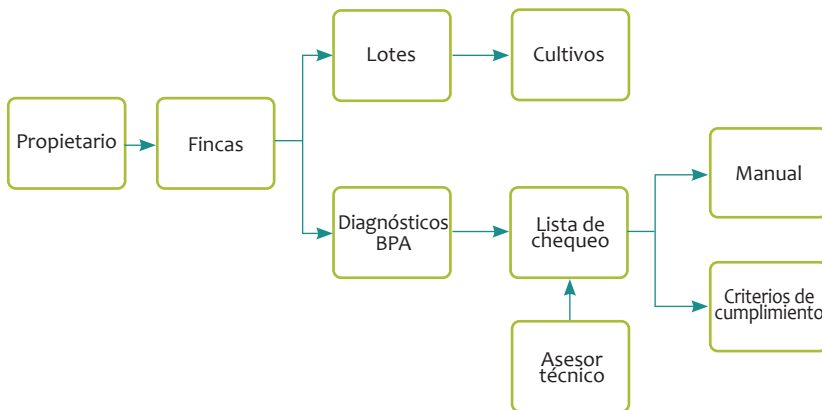
Desarrollo de interfaz gráfica de la aplicación móvil con React Native, la interfaz cuenta con un diseño minimalista, sencillo fácil de comprender, orientado a la interacción del usuario con grandes cantidades de texto de la norma de forma óptima y atractiva.

**Figura 1.** Diseño Básico de la Aplicación



Desarrollo de la estructura de la base de datos relacional en MySQL: Una base de datos relacional es un tipo que almacena y proporciona acceso a puntos de datos relacionados entre sí. Estas se basan en el modelo relacional, una forma intuitiva y directa de representar datos en tablas. En cada fila de la tabla se registra un ID único llamado clave. Las columnas de la tabla contienen atributos de los datos, y cada registro generalmente tiene un valor para cada atributo, lo que facilita el establecimiento de las relaciones entre los puntos de datos (Oracle, 2020).

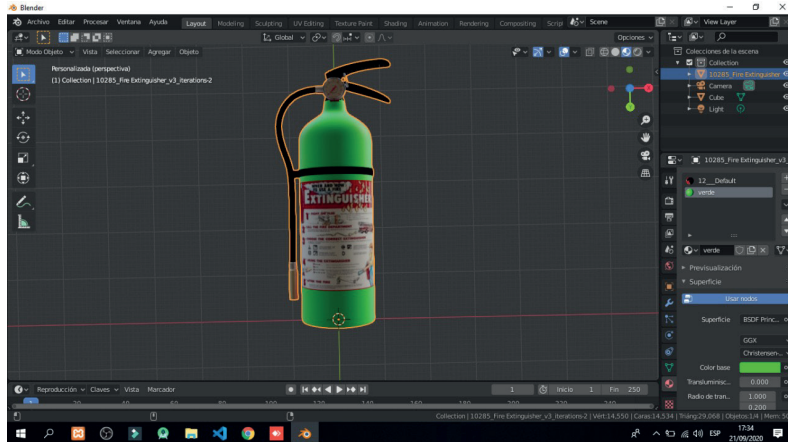
**Figura 2.** Estructura Básica de la Aplicación Móvil



## Etapa de Desarrollo No. 2

Modelado 2D y 3D de objetos para realidad aumentada con el software Blender. Este es un aplicativo multiplataforma especializado en animación, renderizado, iluminación y modelado de gráficos en tercera dimensión.

**Figura 3.** Modelado en Blender de Objetos para Realidad Aumentada

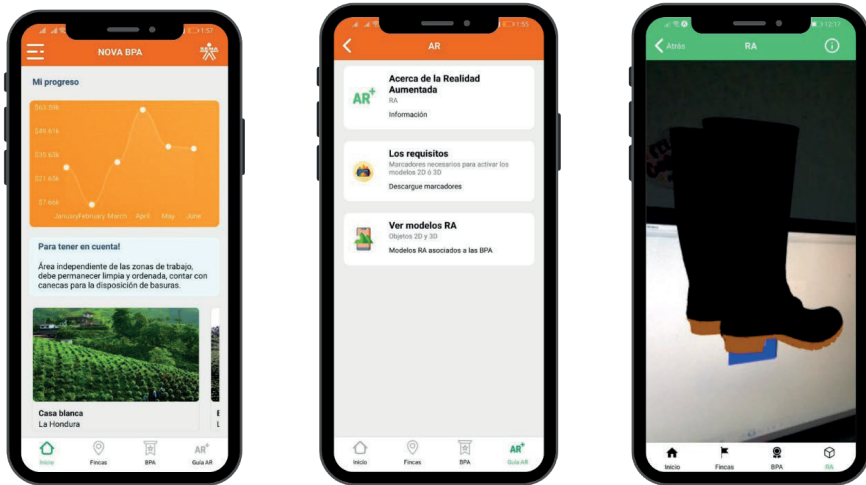


Implementación de módulo para la visualización de los objetos construidos en Blender, mediante realidad aumentada.

El módulo de realidad aumentada es desarrollado con el framework general de la aplicación React Native el cual un marco de aplicación móvil de código abierto creado por Facebook, este se utiliza para desarrollar aplicaciones para Android, Android TV, iOS, macOS, tvOS, web, Windows y UWP al permitir a los desarrolladores usar el marco de React junto con las capacidades de la plataforma nativa (React Native, 2020). Además, se implementó AR.js la cual es una biblioteca liviana para realidad aumentada en la web, que tiene seguimiento de imágenes, AR basado en ubicación y seguimiento de marcadores.

La principal razón por la que se implementó RA para web en la aplicación móvil tiene que ver con la compatibilidad, y que a la fecha los teléfonos que poseen los productores no cuentan con la tecnología Acore de Google ya que esta requiere ciertos sensores especiales en el teléfono como el giroscopio. AR.js soluciona este problema de compatibilidad con los marcadores haciendo a un lado el requerimiento de giroscopio para ver RA.

Figura 4. Modulo para Visualizar Objetos en RA



### AR.js es:

**Muy rápido:** Funciona de manera eficiente incluso en teléfonos con bajas especificaciones.

**Basado en web:** Es una solución web pura, por lo que no requiere instalación JavaScript completo basado en three.js + A-Frame + jsartoolkit5.

**Código abierto:** Es completamente de código abierto y gratuito.

**Estándares:** Funciona en cualquier teléfono con WebGL y WebRTC (AR.js, 2020).

AR.js presenta los siguientes tipos de RA en la web:

- Seguimiento de imágenes, cuando la cámara encuentra una imagen 2D, es posible mostrar algún tipo de contenido encima o cerca de ella. El contenido puede ser una imagen 2D, un GIF, un modelo 3D (también animado) y un video 2D. Casos de uso: Arte aumentado, aprendizaje (libros aumentados), folletos aumentados, publicidad, etc. (AR.js, 2020).
- RA basado en la ubicación: Este tipo de RA utiliza lugares del mundo real para mostrar contenido de realidad aumentada en el dispositivo del usuario. Las experiencias que se pueden construir con esta biblioteca son aquellas que utilizan la posición de los usuarios en el mundo real. El usuario puede moverse (idealmente al aire libre) y, a través de sus teléfonos inteligentes, puede ver contenido en lugares del mundo real. Mover y girar el teléfono: Hará que el contenido de AR cambie de acuerdo con la posición y la rotación de los usuarios (por lo que los lugares se ‘pegan’ en su posición real y parecen más grandes / más delgados



de acuerdo con su distancia del usuario). Con esta solución es posible construir experiencias como soporte interactivo para guías turísticos, soporte al explorar una nueva ciudad, encontrar lugares de interés como edificios, museos, restaurantes, hoteles, etc. (AR.js, 2020).

- Seguimiento de marcadores: Cuando la cámara encuentra un marcador, es posible mostrar algún contenido (igual que el seguimiento de imágenes). Los marcadores son muy estables, pero de forma, color y tamaño limitados. Se sugiere para aquellas experiencias donde se requieren muchos marcadores diferentes con contenido diferente. Los ejemplos de uso: libros aumentados, folletos aumentados, publicidad (AR.js, 2020).

### Etapa de Desarrollo No. 3

La codificación Back-end de la aplicación móvil en PHP 7 se refiere al desarrollo del sistema de información realizado bajo las últimas metodologías para el desarrollo de software como: POO programación orientada a objetos, bases de datos relacionales no trazables, uso de listas negras y blancas para el acceso a módulos, lenguajes de programación escalables y potentes como PHP y JavaScript.

El sistema implementa protocolos de comunicación segura con certificados SSL, las contraseñas están cifradas con algoritmos de un camino, la base de datos remota principal y local es relacional y esta evita el seguimiento o trazabilidad de los usuarios haciendo que si se tiene acceso a una tabla no haya sentido en la información con fines de protección y seguridad de datos personales.

## RESULTADOS

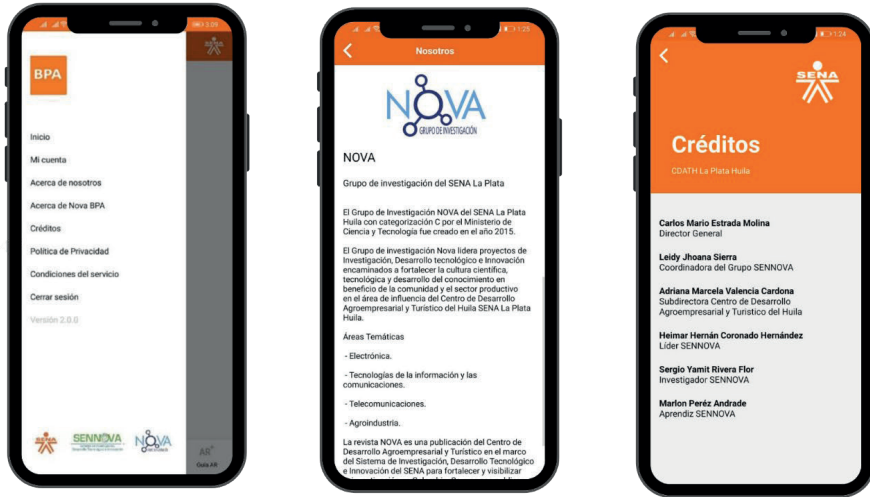
Nova BPA es la aplicación móvil con Realidad Aumentada que facilitará la comprensión técnica del caficultor y el técnico en procesos de certificación en BPA, la aplicación cuenta con un interfaz amigable y fácil de entender, además esta cuenta con diferentes formularios para el registro de datos, con un sistema de autenticación y módulo para la gestión de fincas y diagnósticos BPA.

La aplicación es compatible con móviles Android con sistema operativo 4.1 y superior ofreciendo una posibilidad de ser instalada en el 99.8% de los dispositivos en el mercado actualmente (Documentación Android Studio, 2020).

Está desarrollada para funcionar con conexión a internet, el flujo de navegación del usuario es muy simple de comprender ya que desde la interfaz se pueden definir claramente los cuatro módulos principales, así:

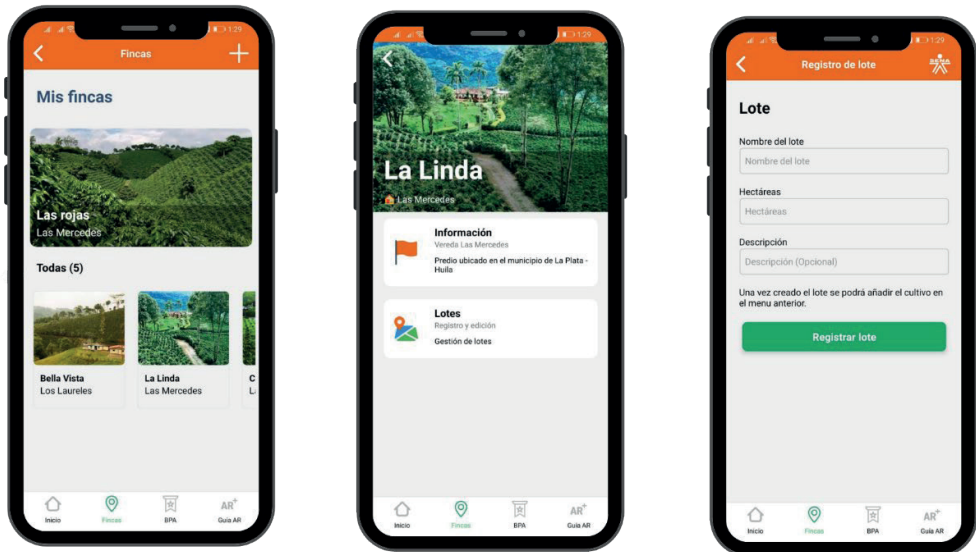
- Inicio de la aplicación con información estadística de los procesos de certificación en BPA y recomendaciones.

Figura 5. Inicio e Información de la Aplicación



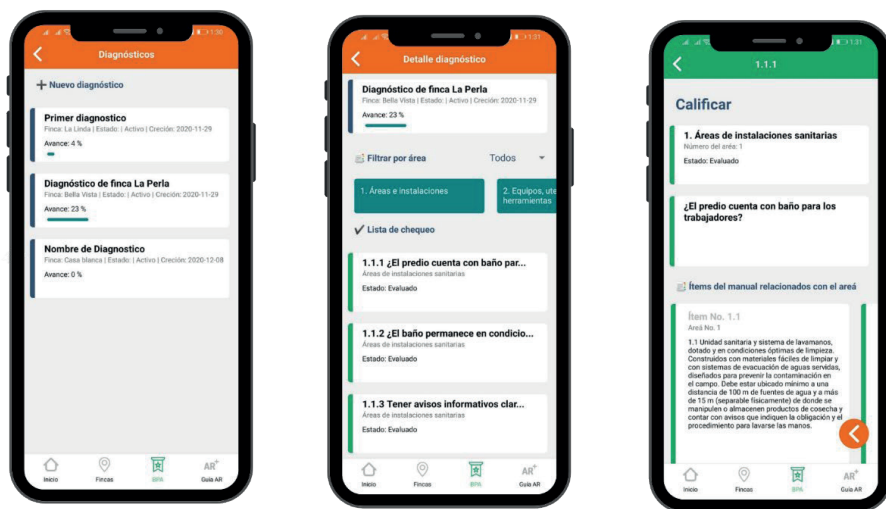
- Fincas, modulo que permitirá el registro y gestión de fincas, lotes y cultivos junto con su trazabilidad en tiempo real.

Figura 6. Modulo para la Gestión de Fincas, Lotes y Cultivos



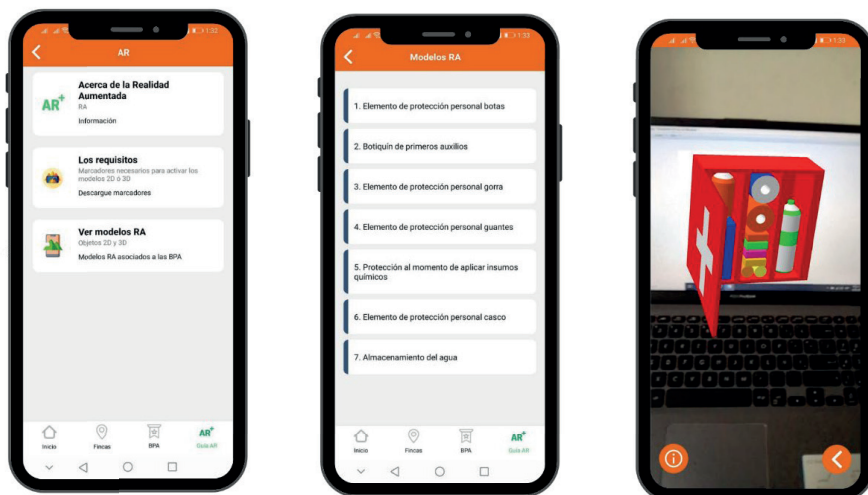
BPA, es el tercer módulo el cual cuenta con información acerca del ICA, la Resolución 30021 del ICA, los diagnósticos y procesos de certificación, es importante mencionar que en este se encuentra cargado el Anexo I, II y III es decir el manual, la lista de chequeo y los criterios de cumplimiento de la resolución.

**Figura 7.** Modulo BPA, Información sobre la Norma y Gestión de Procesos de Certificación



RA es el cuarto y último módulo, aquí encontrarán los marcadores necesarios para activar la realidad aumentada, así como los diferentes objetos para RA.

**Figura 8.** Modulo para Visualizar Objetos de Realidad Aumentada



Nova BPA es una aplicación con realidad aumentada para buenas prácticas agrícolas la cual por su naturaleza genera curiosidad al usuario, ya sea productor, aprendiz o profesional del área, despertando interés y motivación para realizar los ejercicios prácticos en lo concerniente al desarrollo productivo del café de la mano con la Resolución 30021 de ICA. Ver objetos en su mano o sobre su escritorio y poder interactuar con ellos es una experiencia sorprendente, en la cual el caficultor recibe soporte contextualizado, sobre lo que debe hacer en su finca para realizar una correcta implementación de las BPA. Al mismo tiempo esto se trata de una herramienta de capacitación bajo demanda, de las más efectivas y ahora aplicadas en el sector cafetero. Logra que las comunidades cafeteras y sus consumidores creen conciencia sobre la calidad y crecimiento económico, fortaleciendo el criterio organizacional de los productores, estrategia clave para ingresar y permanecer en los mercados. Mejoramiento de la calidad de vida debido a buenos hábitos de producción y avances en la gestión de cultivos cafeteros.

## RECOMENDACIONES

La aplicación Nova BPA es un apoyo para el registro del proceso de certificación en BPA para café, esta no garantiza la certificación en BPA y tampoco sustituye al asesor técnico; ya que la finca cafetera será certificada en BPA bajo la Resolución 30021 de 2017 del ICA dependiendo del concepto técnico del asesor profesional, no de la aplicación porque esta es un guía.

Nova BPA es una herramienta que servirá como ayuda para facilitar la comprensión de la Resolución 30021 del ICA y su proceso de certificación al productor mediante ayudas didácticas como la Realidad Aumentada.

Se recomienda al productor realizar diagnósticos de su finca con el propósito de que la aplicación lo guíe a completar los requerimientos para iniciar un proceso de certificación oficial con un asesor técnico.

## CONCLUSIONES

El objetivo de la App BPA es que el productor obtenga un incremento directo en la calidad de su producto, para que tenga oportunidades en nuevos mercados y lograr mejores ganancias económicas.

Las BPA son consideradas como una forma específica de producir o procesar productos agrícolas, esto se refiere a la manera como se hace la siembra, la cosecha y

postcosecha en los cultivos, la cual establece unos requerimientos específicos para la producción saludable, inocua y amigable con el medio ambiente. Por esto las BPA son una forma de producción y tienen unas características que las diferencian de las prácticas tradicionales, estas son:

- Hay que asegurar que los productos no hagan daño a la salud humana ni al medio ambiente.
- Proteger la salud y seguridad de los trabajadores.
- Manejo y uso de insumos agropecuarios.

Las formas tradicionales de cultivar y de procesar los productos no contemplan el daño que causan al medio ambiente, por el uso sin control de insumos químicos; los productos son menos limpios y sanos y la salud de los trabajadores no es una prioridad en las fincas.

La producción limpia le garantiza mejoras en sus productos agrícolas, solo deben seguir las normas y procedimientos, para que su negocio cumpla con todos los requerimientos que aseguran que sus productos han sido tratados con buenas prácticas. Se puede resumir que las BPA garantizan mejoras en la producción agrícola.

Además, muchos países están comprando productos obtenidos con buenas prácticas y a pesar de que sean más costosos que los procesados con técnicas tradicionales, los consumidores pagan bien por ellos.

Entonces los productores que aplican BPA tienen mayor posibilidad de venta, mejoran la calidad de vida y se ofrecen mayores posibilidades de capacitación.

Por estas razones más que protegerán el medio ambiente, se hace imprescindible fomentar la certificación en BPA.

Aumentar el número de fincas que consigan certificarse en BPA está directamente relacionado con garantizar la inocuidad del producto en sus diferentes fases, mejorando la calidad de este y la salud del consumidor.

En cuanto al modelado para RA, Blender representa una alternativa viable en software libre ante los comerciales de modelamiento y movimiento. En general, el software libre es una alternativa ante los altos costos del software comercial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AR-js-org. (2020). AR.js - Augmented Reality on the Web. 2020, de AR-js-org sitio web. Disponible en: <https://github.com/AR-js-org>
- Bernal, J. et al. (2014). Manual Técnico. Actualización Tecnológica y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el Cultivo de Aguacate. Medellín (Colombia): Corpoica. 410 p. Disponible en: [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12616/68164\\_64855.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12616/68164_64855.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Boduch, A. (2017). React and React Native. Birmingham: Packt Publishing. Disponible en: [https://rededocancerdelp.com.br/images/transparencia/5c363a069ba2b\\_reactandreactnative.pdf](https://rededocancerdelp.com.br/images/transparencia/5c363a069ba2b_reactandreactnative.pdf)
- Castillo Landínez, S. P., Caicedo Rodríguez, P. E. & Sánchez Gómez, D. F. (2019). Diseño e implementación de un software para la trazabilidad del proceso de beneficio del café. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 20(3): 523-536. DOI: [https://doi.org/10.21930/rcta.vol20\\_num3\\_art:1588](https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num3_art:1588)
- Castillo Landínez, Sandra Patricia, Caicedo Rodríguez, Pablo Eduardo, Sánchez Gómez, Diego Felipe & Carvalho, Catarina (2019). Diseño e implementación de un software para la trazabilidad del proceso de beneficio del café. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 20(3), 523-536. Epub September 10, 2019. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol20num3art:1588>
- Domínguez, F. (2014). Programación multimedia y dispositivos móviles. Santacruz: RAMA Editorial. Disponible en: <https://hodes.on.worldcat.org/oclc/912307285>
- Gobernación de Huila (2020). Plan de reactivación económica del departamento del Huila frente al COVID-19. Documento oficial. Neiva Huila. Disponible en: <https://cchuil.org/wp-content/uploads/2020/07/PLAN-DE-REACTIVACION-ECONOMICA-DEL-HUILA-CRECI.pdf>
- ICA, I. (2017). Resolución ICA 30021 de abril de 2017. Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario, Por medio de la cual se establecen los requisitos para la Certificación en Buenas Prácticas Agrícolas en producción primaria de vegetales y otras especies para consumo humano.



- ICA. (20). Buenas prácticas Agrícolas, sistema de aseguramiento de la inocuidad de los alimentos. Bogotá: Promedios. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getattachment/b51b85e3-7824-44f7-858d-coaf5a653568/Publicacion-3.aspx>
- IICA. (2004). Informe anual 2004: la contribución del IICA al desarrollo de la agricultura y las comunidades rurales en Perú. Perú. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7427/BVE19039712e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Curcio, Natalia (2016). Guía de Formación en buenas prácticas agrícolas para hortalizas. Buenos Aires, Argentina. Ing. Agrónoma Lic. en Comunicación Ana Sartori. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B3986e/B3986e.pdf>
- Instituto Colombiano Agropecuario – ICA (2017). Resolución 30021 de 2017. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getattachment/9d8feofa-66d2-4feb-9513-cbba30dc4844/2017R30021.aspx>
- Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura (2016). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma: KIROKA. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i6030s.pdf>
- Marqués, Mercedes (2009). Bases de datos. Disponible en: [http://www3.uji.es/~mmarques/apuntes\\_bbdd/apuntes.pdf](http://www3.uji.es/~mmarques/apuntes_bbdd/apuntes.pdf)
- Oracle. (2020). Oracle. 2020. Disponible en: <https://www.oracle.com/co/index.html>
- Pascual, María Ángeles (2016). Vázquez-Cano, E. & Sevillano García, M L. (2015) Dispositivos digitales móviles en Educación. Madrid. Narcea. 166 pp. ISBN libro papel 978-84-277-2100-5 e-Book 978-84-277-2101-2. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 20(1): XX-XXI. [Fecha de Consulta 11 de diciembre de 2020]. ISSN: 1138-414X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=567/56745576022>
- Pelechano, Vicente, González-Leandro, Pedro, García, Livia & Morán, Carlos (2016). Sabiduría y felicidad. Revista Argentina de Clínica Psicológica, XXV(2): 203-210. [Fecha de Consulta 11 de diciembre de 2020]. ISSN: 0327-6716. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2819/281946990011>
- Proyecto Blender (2020). Blender – Home. Disponible en: <http://www.blender.org>. (visitado el 01-11-2020).
- reactnative.dev. (2020). Create native apps for Android and iOS using React. 2020, de facebook Sitio web: <https://reactnative.dev/>
- Suhaiza Zailani, Zainal Arrifin, Nabsiah Abd Wahid, Rosly Othman & Yudi Fernando (2010). Halal Traceability and Halal Tracking Systems in Strengthening Halal Food Supply Chain for Food Industry in Malaysia (A Review). Journal of Food

Technology, 8: 74-81. Disponible en: <https://medwelljournals.com/abstract/?doi=jftech.2010.74.81>

Tinoco Gómez, Oscar, & Rosales López, Pedro Pablo, & Salas Bacalla, Julio (2010). Criterios de selección de metodologías de desarrollo de software. *Industrial Data*, 13(2),70-74. [Fecha de Consulta 30 de noviembre de 2020]. ISSN: 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=816/81619984009>

Universidad de Alicante (2014). Introducción a los servicios web. Invocación de servicios web SOAP. 2020, de Dept. Ciencia de la Computación e IA. Disponible en: <http://www.jtech.ua.es/j2ee/publico/servc-web-2012-13/sesion01-apuntes.html>

Wang, Jing, Yue, Huili & Zhou, Zenan. (2017). An Improved Traceability System for Food Quality Assurance and Evaluation Based on Fuzzy Classification and Neural Network. *Food Control* 79. 10.1016/j.foodcont.2017.04.013

## CAPÍTULO 4

# BIOSISTEMA COMO ALTERNATIVA PRODUCTIVA DE SEGURIDAD ALIMENTARIA EN EL SUROCCIDENTE DEL HUILA

---

ELDER RENDÓN RENGIFO

Colombiano. Tecnólogo en Control Ambiental.

Investigador Grupo de Investigación NOVA.

Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila. Colombia.

erendonr@sena.edu.co

---

DANIEL RODRÍGUEZ ACOSTA

Colombiano. Magíster en Ingeniería y Gestión Ambiental.

Instructor SENNOVA Grupo de Investigación NOVA.

Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila. Colombia.

darodrigueza@sena.edu.co

---

## INTRODUCCIÓN

La generación de nuevas formas de producción para abastecer la seguridad alimentaria es una necesidad debido al rápido crecimiento de la población mundial, ya que con el pasar del tiempo los recursos agua, tierra, energía, flora y fauna son más escasos. El modelo de acuicultura y agricultura convencional se ha fundamentado en el establecimiento de monocultivos de especies introducidas, orientados a la producción de alimentos y de energía, los cuales en su mayoría no son integrales con tratamientos poco efectivos de sus residuos orgánicos, lo que implica que estos al ser desechados generen procesos de contaminación que deterioran el medio ambiente, y limitan la seguridad alimentaria de las comunidades. Por tal razón el presente estudio tiene como finalidad la implementación de un biosistema integrado como alternativa productiva de seguridad alimentaria en un sistema acuícola, hidropónico y agrícola. Este proyecto se ajusta al Plan Nacional de Desarrollo (2018-2022) en el pacto (4) por la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo y el pacto (10), por la protección y promoción de nuestra cultura y desarrollo de la economía naranja, de igual forma al Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (2017-2027).

El crecimiento descontrolado de la población compromete de manera directa la disponibilidad de recursos alimenticios, esto se convierte en un tema de gran preocupación para la comunidad mundial; en lo referente al futuro de la seguridad alimentaria (Torrente, A, 2015). La generación de nuevas formas de producción de las unidades productivas es cada vez más necesaria debido al incremento de la población mundial para abastecer la seguridad alimentaria (FAO, 2015). No obstante, a medida que pasa el tiempo son más escasos los recursos (agua, tierra, energía, flora y fauna) para la obtención de alimentos. El programa de alimentación mundial expone que el 43% de la población colombiana no cuenta con seguridad alimentaria, dado a la carencia de recursos económicos para la adquisición de estos (Epstein, 2016; Mejía, 2017).

Por otro lado, el modelo de acuicultura y agricultura convencional ha venido siendo extensivo en el ámbito nacional este fue adoptado desde la década de los cincuenta. Se fundamenta en el establecimiento de monocultivos de especies introducidas, orientados a la producción de alimentos y de energía, los cuales dependen de los insumos químicos que ofrece la industria, acentuando las complicaciones con respecto al desarraigo, desmotivación por el trabajo de campo, pérdida de la identidad cultural de la población rural, lo cual repercute en el desplazamiento de la seguridad alimentaria de manera directa.

La mayoría de los sistemas productivos acuícolas y agrícolas desperdicia insumos potenciales al no realizar tratamientos efectivos de sus residuos orgánicos para la cadena de producción, si estos fueran aprovechados impedirían la pérdida de insumos potenciales (heces, microorganismos, agua de riego). Teniendo en cuenta que el 69% de las unidades de producción no cuentan con un sistema de tratamiento, según Merino, Bonilla & Bages (2014), en el 2023 deben estar alineadas con el plan nacional para el desarrollo de la acuicultura sostenible; con el objetivo de disminuir los impactos ambientales provenientes de las unidades productoras, ya que existen 29.158 unidades activas según los datos proporcionados por el INCODER en cooperación con la FAO (Niño, F., 2014).

Los biosistemas productivos integrados se presentan como una alternativa viable que reúne los modelos de producción como acuicultura, hidroponía y técnicas de producción tradicionales, convirtiéndose en una forma muy eficiente para el aprovechamiento de los subproductos cuando se incluyen completamente en los procesos de recirculación (Muñoz Gutiérrez, 2012). Además, estos modelos son una oportunidad de establecer condiciones adecuadas para la seguridad alimentaria familiar, debido a la adquisición de conocimientos prácticos para la obtención de sus propios alimentos con recursos de origen endémico.

Los biosistemas proveen de herramientas multidisciplinarias para la adquisición de nuevos conocimientos que pueden ser aplicables para mejorar la calidad en la formación práctica de los aprendices del Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila y otras instituciones del sector; puesto que integran disciplinas formativas como producción agropecuaria ecológica, agricultura, gestión empresarial, biodiversidad vegetal y control ambiental. Además, fomentan la cultura en la producción sostenible y de seguridad alimentaria de la zona de influencia. Es de resaltar que estos sistemas de producción sostenible hacen parte de un modelo de triple producción. Sin embargo, como la mayoría de las técnicas de innovación en los sistemas productivos, requieren investigación pertinente para generar resultados verificables de impacto para la comunidad científica, académica y social.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

El proceso de investigación se realizó en un predio denominado El Cabuyal del municipio de La Plata (Huila), el prototipo del biosistema integrado se encuentra situado en las coordenadas 2°23'00» de latitud norte y 75° 56'00” de longitud oeste, la zona presenta una temperatura promedio de 22° C, precipitación media de 0.6 mm y con una altura de 1100 msnm.

### Fase 1: Selección y Adecuación del Sitio

Figura 1. Selección del Terreno



### Medición del Área

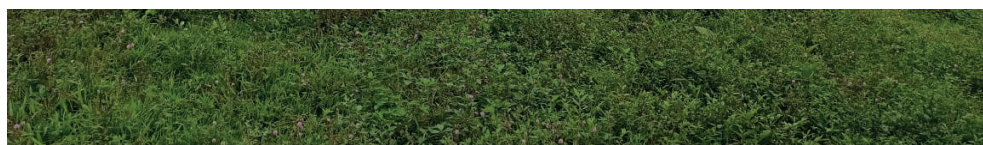
El proyecto se realizó en el predio el Chuscal la vereda el Cabuyal del municipio de La Plata (Huila), del cual se delimitó en un área de 36 m de largo por 18 m de ancho, medido con cinta métrica y definido por estacones, así mismo, se verificó el plano de escuadras mediante las reglas 3, 4, 5 usando el teorema de Pitágoras.

**Figura 2.** Medidas en Terreno Seleccionado



### Encerramiento (poste y alambre de púa)

Se realizó un encerramiento de la zona objeto de estudio con el fin de evitar el paso de los diferentes animales de la finca; el cercado se estableció usando herramientas manuales como palines, ahoyadores, barras, un decámetro, cabuya, alambre, grapas y mazos de taqueo. En todo el perímetro cada dos metros se realizaron perforaciones de 20 cm de diámetro a 50 cm de profundidad, luego se procedió a ubicar guaduas inmunizadas de 2,2 m de atura en cada hoyo; para que las guaduas quedaran uniformes se pasaron niveles con manguera y se dispuso una cabuya entre los límites del área entre guaduas para que todas tuvieran la misma altura. Luego se realizó el taqueo de cada guadua y se procedió a colocar tres líneas de alambre de púa templándolas con un tensor y fijándolas por medio de grapas.





**Figura 3.** Postes para el Encierro del Terreno

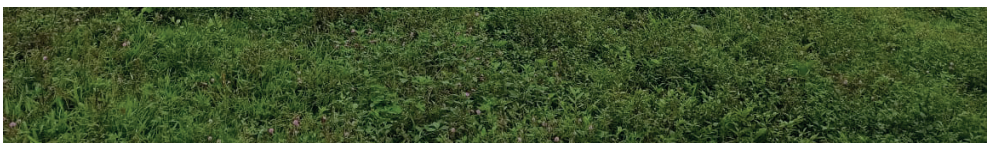


**Figura 4.** Instalación Alambre de Púas



### **Limpia y Adecuación**

La adecuación del área consistió en despejar del área el material de mayor tamaño como rocas, troncos y ramas, luego se procedió a guadañar la cobertura verde de gramíneas y enredaderas. En seguida se procedió con azadones a dar inclinación al suelo con el fin de facilitar el paso de aguas superficiales.



**Figura 5.** Corte de Cobertura Vegetal



### **Trazado**

Se utilizó una cinta métrica mediante las reglas 3, 4 y 5, aplicando el teorema de Pitágoras para fijar los ángulos iniciales, como puntos de partida para trazar el área y que se utilizaron como guías al estacado a una distancia de 4 x 4 m.

**Figura 6.** Método de Trazado, Teorema de Pitágoras



## **Fase 2: Construcción Estructura Principal**

### **Corte de Guadua**

Se seleccionó la guadua madura con una edad de 4 años, el aprovechamiento se realizó cortando cada tallo en el segundo nudo, y emparejando el corte con machete



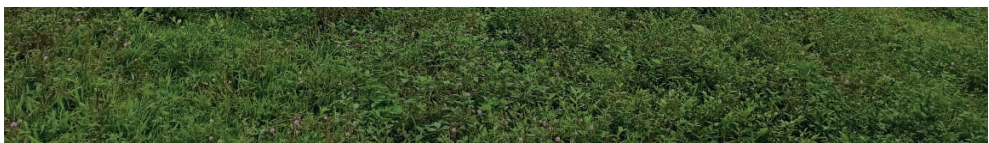
de tal forma que el agua lluvia no se acumule para evitar así que el rizoma se pudra. En el proceso de curado natural se coloca cada tallo sobre el tocón y se deja vertical por un periodo de 2 semanas Salazar Contreras, Jaime & Díaz, Gustavo, (s. f.). Luego se procede a realizar alistamiento para el transporte menor de la guadua el cual consiste en cortar secciones de 6 metros del tallo, debido a que las guaduas superaban los 15 metros de largo.

**Figura 7.** Clasificación de Guaduas Maduras



### **Immunización de la Guadua**

Con el fin de aumentar la vida útil de los postes se procedió a inmunizarlos de manera artificial interna, lo cual consistió en realizar perforaciones mediante taladro en cada canuto de la guadua, después se realizó una aplicación en dosis de 2 cm<sup>3</sup> del inmunizante hidrosoluble (10% Lorsban y ACPM 90%), se selló cada agujero con arcilla. En la parte exterior de la guadua se aplicó alquitrán disuelto en gasolina, bajo la técnica de pintado con brocha. Finalmente se realizó un proceso aislamiento plástico en las bases para evitar que el agua que se encontraba en el subsuelo afectara la guadua cuando se ubique en el terreno; este proceso consistió en envolver 100 cm de base con plástico negro calibre # 6 sellada con neumático.



**Figura 8 .** Perforación de la Guadua



**Figura 9 .** Aplicación de Inmunizante Químico



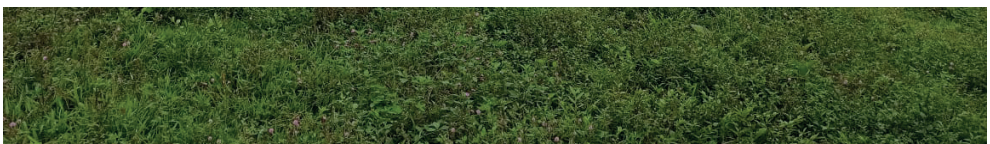
### Ahoyado y Colocación de Postes

Para el montaje de las bases se procedió a realizar hoyos de 25 cm de diámetro y 80 cm de profundidad, se compactó la tierra de manera artesanal utilizando pisones de madera con los cuales se taqueó en donde se situaron las bases. En el proceso un guía daba dirección a la verticalidad de la guadua de tal manera que las calles quedaron alineadas con la altura respectiva como se explica a continuación.

**Figura 10 a.** Ahoyado para Vigas de Soporte Estructural



**Figura 10 b.** Ubicación de Pilares Estructurales





### **Alineado**

Se procedió a utilizar las guaduas de las esquinas para pasar los niveles mediante una manguera traslúcida de 3/16", y se dejó una pendiente de caída de 1 metro, para ello se trabajó con andamios y escaleras triangulares de guadua. Luego se amarró una fibra a cada esquina esto con el objetivo de tener un límite y una guía para instalar el resto de las bases de la estructura.

**Figura 11.** Estructura de Base de la Cubierta Superior



### **Templetes con Guaya de Acero**

#### **Instalación de Templete con Guaya de Acero**

Este proceso se llevó a cabo utilizando una guaya de acero calibre 3/16", la cual se cortó en tiras de 28 m de largo y de 37 m de ancho. Para templear las guayas se utilizó un equipo de tracción (malacate) con el cual se realizaban las tensiones de las cargas por medio de un cable de acero accionado por manivela. Para ajustar el templete se realizaron perforaciones de 30 cm de diámetro y 80 cm de profundidad al finalizar cada una de las hileras de guadua, luego se amarró la guaya a una roca con filos y se procedió a enterrar pitsoteando hasta que el agarre fuera efectivo.

**Figura 12.** Templete Cable de Acero



### **Distribución del Plástico en la Cubierta Superior**

Se colocaron polines de 4 metros de largo sobre las guaduas ubicadas a lo largo del área, y mediante plástico trasparente calibre 6 cortado en partes de 10 m de ancho por 20 m de largo enrollado en dos guaduas de 12 m. Estas se ubicaron en la parte más alta de la estructura, de tal manera que se facilitara desenrollar y templar en las esquinas. El temple se realizó en un día soleado con temperaturas a la intemperie de 35° C la tensión fue realizada de manera manual con dos equipos de trabajo de cinco aprendices. Debido al distanciamiento entre postes y para facilitar la circulación del agua se instalaron pitas por debajo de la estructura de plástico con el objetivo de darle más soporte, así mismo, por encima del plástico para evitar que en caso de vientos fuertes se levantara.

**Figura 13 a.** Distribución del Plástico en la Cubierta Superior



**Figura 13 b.** Despliegue del Plástico de la Cubierta Superior



### **Instalación de Paredes en Polisombra**

Utilizando polisombra, engrapadora, martillo, puntillas de acero de 2”, cabuya y escaleras triangulares se procedió a establecer las paredes laterales. Esto consistió en colocar sobre el perímetro de la estructura un rollo y medio malla de polietileno (150 m de largo con 4 m de ancho). Este proceso se realizó con equipos de cuatro personas, ajustando arriba con la ayuda de la grapadora y abajo con puntillas a lo largo del poste.



**Figura 14 a.** Tensionado de Polisombra Lateral



**Figura 14 b.** Tensionado de Polisombra Vertical



### Fase 3: Adecuación de Área Acuícola

#### *Nivelación*

Esta actividad se realizó con pica, pala y nivel metálico de regla, hasta obtener un área plana, desprendiendo terreno y rellenando con suelo del mismo sitio.

#### *Llenado y ubicación de llantas*

Para darle una altura mínima al sistema acuícola de 1 metro se utilizaron 3 llantas de camión por cada tanque de 2000 litros. Cada subsistema se ubicó a una distancia de 1,85 m, bajo una circunferencia de 2 m. El proceso para realizar las torres de llantas consistió en llenar cada llanta con tierra, utilizando pala y un mazo de madera para taquear al tope, seguido de sellar con plástico y grapas. Luego estas se apilaron en la columna con 3 llantas y pesos promedio cada una de 150 kg.

**Figura 15.** Plataforma para el Soporte de Estanques



### **Estructura complementaria de soporte para los tanques**

Después de establecida la torre de llantas se procede a ubicar la tapa del tanque y se ubican postes de guadua a una distancia de la torre de 36 cm y separadas entre sí a 70 cm. Para el nivel se tomó el punto más alto de la base.

**Figura 16.** Ubicación de Puntos de Apoyo



### **Ubicación de tanques**

Los ocho taques de 2000 l se ubicaron de forma horizontal a una distancia de 1,85 m a una altura de 1 m, con la ayuda de tres llantas 1100-R20 rodeadas a 38 cm para aumentar la firmeza de la estructura.

**Figura 17.** Distribución de Tanques



### **Ubicación de Línea de Agua y Llenado**

El agua de abastecimiento se obtuvo de un nacedero en la parte alta de la finca, razón por la cual para el aprovechamiento del agua se contó con un tanque establecido en cemento y ladrillo con capacidad de 6.000 litros a una distancia del biosistema

de 140 metros y se estableció una manguera de una pulgada enterrada a 30 cm en el suelo bajo un control de llave para direccionar el agua al biosistema.

### **Sistema de Aireación**

Se estableció un sistema de aireación mecánico el cual consiste en la distribución de oxígeno usando como herramienta un blower GF180 de 18000L/h y un GF 370 de 37200l/h, los cuales suministran oxígeno a cada uno de los tanques, de acuerdo con su necesidad, por medio de mangueras de 3/16", las cuales se ubican en la parte inferior de dichos tanques en forma de red, con perforaciones de 0,3 mm para generar microburbujeo.

**Figura 18.** Espiral Micro Burbujeo



### **Distribución de peces**

Para la distribución de las especies en los tanques se hizo la recepción de la especie tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*) introduciendo 75 en cada tanque, bocachico (*Prochilodus magdalenae*) haciendo una disposición de 150 en cada tanque, la cachama negra (*Colossoma macropomum*) debe estar distribuida 300 en cada tanque, para esto se procedió a introducir a los tanques las bolsas en los cuales habían sido transportados los peces desde su lugar de origen, esto con el fin de climatizarlos y previamente se realizó la toma de la temperatura de cada tanque, esta debe corresponder a 24-29° C óptima. Los peces pueden tolerar temperaturas menores a 22° C o mayores a 34° C. Sin embargo, si permanecen mucho tiempo en bajo estas condiciones se estresan, reducen el consumo de alimento, se tornan susceptibles a enfermedades y mueren en poco tiempo. Siguiendo a esto se procede a realizar la prueba del pH que indica el grado de acidez o alcalinidad del agua para verificar que esté en un



nivel óptimo. Se obtiene una muestra de agua utilizando el papel indicador de pH y se sumerge parcialmente en el agua. El color del papel cambia y el tono que adquiere se compara con los que aparecen en un muestrario de colores, el valor del pH obtenido es 7 lo que indica que es un porcentaje apropiado para los peces generalmente. Pasados 10 minutos desde que se introdujeron las bolsas con los individuos se procedió a liberarlos en cada tanque, en los cuales se llevará a cabo la investigación.

**Figura 19 a.** Sistema Piscícola



**Figura 19 b.** Estanque con Semilla Roja) de Peces (Tilapia)



### **Construcción filtro mecánico y biológico para tratamiento de aguas**

Se establecieron dos filtros de flujo ascendente, uno mecánico y otro biológico. El proceso se realizó usando un tanque con capacidad de 200 l alimentado con una tubería de PVC con codos en sentido inverso de tal manera que, en el giro, los elementos más pesados se depositen en el fondo. El sistema interno se divide en capas separadas por tubos y placas perforadas siguiendo el diámetro del tanque, en la primera capa se ubican espumas circulares de 10 cm de grosor seguidos de una segunda capa en la cual se colocan mallas con aperturas de diámetros variables, en las que se considera polietileno, tul, guata, toldillo y malla plástica. En la parte superior de la caneca, se realizó un orificio con unión hembra y macho para conectar la parte interna con el exterior hacia donde se dirige la tubería de conexión al tanque biológico. En la parte inferior del filtro mecánico se establece una salida de lodos la cual se controla por medio de una llave y se soporta en una base de cemento con cavidad al sistema de sifones.

**Figura 20 a.** Filtro Mecánico



**Figura 20 b.** Cuñas de Anclaje



El filtro biológico anaeróbico de flujo ascendente tiene como función intervenir los microorganismos de manera eficaz donde se emplean materiales de rosetón plásticos para mejorar el hábitat de los microorganismos. Para la construcción se dispuso de un tanque de 200 l, con un sistema de evacuación de lodos en la parte inferior en una superficie nivelada y soportada en una base de cemento y ladrillo.

**Figura 21.** Filtro Biológico



#### **Fase 4: Sistema Hidropónico**

45 tubos hidropónicos de PVC fueron ubicados en soportes de guadua tipo caballete, en cada módulo experimental se utilizó 15 tubos de 3 m de largo y 3” de diámetro, a los cuales se les realizó 165 orificios de 5.08 cm de diámetro (distancia entre orificios de 25 cm), estos fueron alimentados por tres ramales de 15 entradas independientes, donde se carga el flujo de agua que proporciona el filtro mecánico y el birreactor.

### **Construcción de estructura para soporte de la tubería de hidroponía**

Para soportar la estructura de hidroponía se utilizaron 3 caballetes de guadua de 1.20 m de alto, y 1,5 de ancho, se instalaron cuñas de madera cada 10 cm para evitar el movimiento de los tubos.

### **Adecuación de Tubería de PVC (corte y perforado)**

Después de tener cada caballete previamente nivelado, se procedió a realizar 11 perforaciones para ubicar una copa cierra de 2" (distancia entre perforaciones de 25 cm) teniendo en cuenta la metodología de siembra triangular, con el fin de mantener un buen espacio en el desarrollo de forraje de las plántulas, seguidamente se pintó cada tubo con anticorrosivo negro para mayor duración.

**Figura 22 a.** Caballetes de Soporte Hidroponía



**Figura 22 b.** Perforación de Tubos Hidropónicos





### **Montaje de Tubería en el Sistema**

Se instalaron 45 tubos de 3” de diámetro por 3 metros de largo en 6 soportes de gauda cada uno (3 caballetes). Luego se realizó el proceso de taponado que consistió en sellar los extremos de cada tubo mediante un tapón de prueba de 3”.

### **Adecuación de vasos de soporte**

Con respecto al diseño de las canastillas hidropónicas, las cuales fueron adaptadas con vasos desechables de 5 onzas, se realizan cortes con bisturí a los lados y en la base para permitir el desarrollo radicular de las plantas en contacto con el medio nutritivo y evitar que se caiga dentro del tubo.

**Figura 23.** Adecuación de Canastillas Hidropónicas



### **Aperturas de entrada y salida**

Para la apertura de entrada y salida del efluente que proviene del filtrado de la acuponía se realizó una perforación con una broca de 3/8” para darle cavidad a las silletas. Luego se conectó una manguera de 3/8” en cada extremo. De manera simultánea se instalaron llaves en cada entrada y salida para regular el paso del flujo de agua.

**Figura 24 a.** Perforación de Tapón y Montaje de Sillita



**Figura 24 b.** Sistema de Biofiltración



### ***Incorporación de especies***

Se procede a ubicar en las canastillas cada una de las hortalizas en el Sistema de Hidroponía, lechuga (*Lactuca sativa*), espinaca (*Spinacia oleracea*) y acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla), bajo el método de siembra triangular, con el fin de que cada una cuente con un buen espacio para el desarrollo foliar.

### ***Tratamiento de agua secundario***

En el sistema de producción se cuenta con un proceso de acuicultura, hidroponía y camas de hortalizas, en el cual se desarrolla la actividad de recirculación, por lo tanto, el agua que se extrae de los tanques pasa por un proceso de tratamiento de agua, de tal modo esta transcurre por unos filtros mecánicos y biológicos, el papel de dichos filtros es disminuir la concentración de amonios, nitritos y nitratos del agua proveniente de los peces, este proceso se complementa con la biofiltración en el cual se hace uso de la hidroponía y las plantas utilizan estas aguas para obtener la mayoría de nutrientes para su crecimiento luego el agua circula y llega a dos tanques sedimentadores de flujo ascendente de 500 l dispuestos en serie para su tratamiento continuo.

**Figura 25.** Siembra de Hortalizas en Sistema hidropónico



### ***Sistema de retorno***

El sistema de retorno consiste en aprovechar las aguas que pasan por los diferentes procesos de tratamiento y que después de haber realizado el recorrido se acumulan en tanques de 2.000 l para ser retornados nuevamente a los tanques principales en los que se encuentran los peces, mediante una motobomba eléctrica.

**Figura 26 a.** Sistema de Retorno, Aprovechamiento de Aguas



**Figura 26 b.** Electrobomba de ½ hp



## Fase 5. Sistema Agrícola

### *Selección y Preparación de Sustratos Vermicompost*

Para la realización de este sustrato se seleccionaron dos de los residuos que causan mayor contaminación en el municipio de La Plata, como los provenientes del beneficio de café (pulpa y mucilago) y de la ganadería (estiércol). Una vez Semicompostados pasará a un proceso de biooxidación de la materia orgánica, en el cual se introduce la lombriz roja californiana, luego de tres meses se obtiene un producto final estabilizado, homogéneo y de granulometría fina, denominado vermicompost.

**Figura 27.** Biofábrica de fertilizantes Orgánicos



## **Bocashi**

Abono orgánico fermentado, el cual incorpora al suelo materias orgánicas y nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro; los cuales, mejoran las condiciones físicas y químicas del suelo. Previo al llenado se realizó la respectiva limpieza de los sustratos para eliminar insectos y lombrices que pudieran causar afectaciones en el desarrollo de las plantas, al igual que se zarandeó la tierra, con el fin de eliminar terrones y hacer una capa más homogénea de granulometría más fina.

**Figura 28.** Nivelación de pH del Bocashi



## **Elaboración de camas modulares en guaduas**

Para la realización de los módulos de cada cama agrícola se necesitaron 6 postes de guaduas de 2 m a lo largo y 6 de 1 m a lo ancho, y una base de 2 m<sup>2</sup> la cual se estableció con poste y laja de guadua.

El proceso consistió en realizar camas de 33 cm de altura, lo cual se consiguió con el apilamiento de 3 postes de guadua unidos con tornillo 3/8", a los cuales se les mide el diámetro con el fin de hacer perforaciones precisas para ajustarles un tornillo a una longitud de 34 cm. En general se obtienen 108 módulos divididos en 54 paneles de 2 m y 54 paneles de 1 m, para ser nuevamente integrados para dar forma rectangular sujeta en las 4 esquinas con amarres de alambre y tornillo diagonal para mejorar la estabilidad. Las bases de las camas se realizaron con dos guaduas de 1 m y dos de 2 m con cortes de pico de flauta para facilitar su unión, luego se perforaron con una broca de 3/8" unidos por medio de tornillo y arandelas. Enseguida se coloca una malla metálica de 2 m<sup>2</sup> y un tendido de lata de guadua de 95 cm de largo.



**Figura 29 a.** Ensamblaje de Bases Modulares



**Figura 29 b.** Lacado de Modulares



### **Montaje de camas (huertas agrícolas)**

Se procedió a mezclar 200 kg de bocachi más 200 kg de tierra para ser distribuidas en 9 camas, conjuntamente se mezcló 200 kg de vermicompost más 200 kg de tierra que igualmente fueron distribuidos en las camas; por último, se llenaron estas solo con tierra para un total de 27 camas las cuales fueron ubicadas en repeticiones de tres tratamientos, es decir, una cama de tierra, una con mezcla de bocachi y otra con mezcla de vermicompost y tierra, así sucesivamente hasta completar las 27 camas.

**Figura 30.** Montaje de Camas Modulares Agrícolas



## Drenaje

Para el drenaje de cada cama se realizó un orificio en la esquina donde converge el escurrimiento del agua en el plástico pendiente abajo y se conecta el interior y el exterior de las camas por medio de una tubería de PVC. Lo que permite monitorear y obtener los lixiviados de cada cama.

**Figura 31 a.** Perforación de Espacio para Evacuación de Lixiviados (Esguerrimiento de Agua) **Figura 31 b.** Tubo de Evacuación de Lixiviados



## Incorporación de especies

El proceso de siembra se efectuó mediante un esquema de distribución diseñado antes en el cual se implementarían tres plantas tomate (*Solanum lycopersicum*), pimentón (*Capsicum annum*) y rábano (*Raphanus raphanistrum* subsp. *Sativus*). La distancia de siembra empleada en cada cama fue de 25 x 25 cm entre plantas y 30 cm de calle. Para ello se utilizó una cuadrícula de pita en cada cama.

Luego de haber realizado el proceso de trazado y siembra se procedió a diseñar el tutorado para las plantas de tomate, este consistió en clavar postes de guadua a los lados de cada cama y pasar alambre de lado a lado para colgar las pitas que servirán de soporte a las plantas.



**Figura 32.** Proceso de Siembra de Hortalizas



### **Tutorado en Hortalizas de Fruto**

Pasados 27 días del proceso de germinación en la cama de producción, se procede a realizar el tutorado para brindarle estabilidad a las hortalizas de fruto, mediante un estacado vertical en los extremos de las camas con soportes horizontales en bambú, para el soporte aéreo se instaló tres líneas en alambre, así realizar el amarre de las hortalizas con cabuyas.

**Figura 33 a.** Tutorado de Hortalizas de Fruto



**Figura 33 b.** Crecimiento de Fruto Vegetal en el Biosistema



Nota. Es importante el riego de las hortalizas, para este caso se realizó a diario un total de 8 l por cama con el efluente sin tratamiento de los tanques piscícolas.

## RESULTADOS

### Estructura General del Biosistema Integral

El prototipo del biosistema es una alternativa innovadora en el municipio de La Plata para la seguridad alimentaria, ya que mediante sus unidades de producción se pueden realizar procesos de investigación. Su rentabilidad radica en utilizar materiales de construcción provenientes de la finca como la guadua, lo que baja los costos de construcción y de mantenimiento.

En un año de establecido el biosistema, su estructura se ha mantenido sólido, sin embargo, la ubicación en que se encuentra, la expone a constantes y fuertes vientos, debido a que no existen barreras, por lo cual el techo de plástico es el más afectado y requiere mantenimientos periódicos, además de realizar tensión sobre las guayas de acero para evitar declinaciones en el biosistema.

Las pantallas de polietileno dentro del biosistema permitieron regular la temperatura y la humedad favoreciendo al desarrollo de las plantas.

**Figura 34.** Pantallas Deflectoras de Calor



Las paredes de malla de polisombra al 75% evitan en gran medida la entrada de insectos u otro tipo de fauna que pueda afectar las plantas, lo que ha beneficiado el desarrollo de la flora dentro del biosistema.

**Figura 35 a.** Paredes Frontales



**Figura 35 b.** Paredes Laterales



### **Polines de Madera**

Los polines de madera ubicados en las calles como soporte para el plástico presentan serias limitaciones ya que con el tiempo tienden a torcerse, lo que afecta el sistema de templado, mientras que las guaduas de 4 cm de diámetro no tienen esa limitación.

**Figura 36.** Polines de Madera



### **Escaleras Triangulares**

Una de las herramientas necesarias para mantener la integridad del biosistema son las escaleras triangulares, realizadas con guadua, porque además de facilitar los procesos de construcción de la estructura, estas permiten realizar adecuaciones y mantenimientos de manera rápida debido a su sistema de plegamiento.

**Figura 37.** Escaleras Triangulares



### **Estructura de los Filtros**

En la adecuación del sistema de los filtros biológicos y mecánicos se optó por construir una base de cemento que evitó la concentración de humedad y la inestabilidad de los tanques. Así mismo el proceso de sifones funcionó porque extrajo los residuos que permanecen en el interior.



**Figura 38.** Bases Soportes de los Filtros



En el montaje del sistema hidropónico para evitar el desarrollo de microalgas se procedió a pintar cada tubo con anticorrosivo negro y por ende no causar afectaciones al desarrollo radicular de cada planta. Además, se procedió a adaptar unas llaves en cada entrada y salida para el paso del flujo del agua, de esta manera se tendría un control en cada ramal de distribución. Igualmente, para la resistencia de los tubos de cada soporte se instalaron abrazaderas como apoyo para distribuir el peso y así mismo evitar que los tubos de hidroponía se inclinen.

Para el montaje del sistema de horticultura se tuvo en cuenta evitar filtraciones del lixiviado desarrollando un drenaje que se adecuó en cada cama, de esta manera el lixiviado de los sustratos es expulsado adecuadamente. Después de realizar los procesos de llenado en cada cama, se implementó un método de siembra que no arrojó resultados efectivos, ya que las plantas de fruto como el tomate tienen un periodo de crecimiento más efectivo que el rábano o que el pimentón, ocasionando que las plantas con crecimiento inferior carezcan de energía solar. Igualmente, en la parte superior de las camas se procedió a instalar una polisombra, con el fin de lograr la ventilación adecuada para evitar las concentraciones de calor.

### ***Estructura del Sistema Piscícola***

Los elementos reciclables y reutilizables para el sistema piscícola, como las llantas y la tierra resultaron óptimos para la construcción y resistencia de las torres, porque soportan cargas por encima de los 2.000 kg a 1 m de altura. Esta distribución en combinación con los postes de guadua alrededor del perímetro del tanque dio estabilidad y nivel a todo el sistema piscícola.

**Figura 39.** Estructura Piscícola



**Figura 40.** Soporte Central – Perimetral



### **Estructura del Sistema Hidropónico**

Como soporte para el sistema hidropónico los caballetes establecidos en guadua son ideales y de bajo costo para su implementación. Sin embargo, la tubería de 3” pulgadas establecida para el desarrollo de las plantas al ser para trabajo liviano, tiende a generar una flexión mínima que entorpece el nivel de la estructura, en comparación con los tubos de prueba de trabajo pesado los cuales no se inmutan ante el peso del agua.

La reutilización de los vasos desechables resultó ser una excelente alternativa para reemplazar las canastas comerciales de hidroponía, ya que además de eliminar costos, disminuye los impactos ambientales por residuos inorgánicos al igual que sirven para el desarrollo radicular y de base para el área foliar de las plantas.



### **Estructura del Sistema Agrícola**

Las camas modulares de guadua son muy prácticas para ser utilizadas como huertas de experimentación y producción, ya que además de permitir el desarrollo de las plantas con sustratos obtenidos a partir de residuos orgánicos, tienen un control de insectos que pueden afectar las plantas, debido que, al estar aisladas del suelo, se obtiene producciones controladas.

En cuanto a las bases de las camas realizadas con malla metálica, su resistencia es la misma que los tendidos de lajas de guadua, por lo cual estas se pueden sustituir disminuyendo a un más los costos de inversión y mantenimiento.

**Figura 41.** Base Cama con Lata de Guadua



### **Tratamiento de Aguas**

El sistema de tratamiento de aguas tiene capacidad para captar lodos y realizar un proceso superior del 40% de remoción y desnitrificación. De tal manera que en el sistema de hidroponía el nitrógeno es aprovechado por las plantas para su crecimiento y, por lo tanto, para el proceso de biofiltración del cual se elimina en gran medida el color verde con el que ingresa el agua. Cuando el líquido pasa por dos tanques de 500 litros en serie con flujo ascendente, estos actúan como sedimentadores en un proceso de refiltración, para llegar a un tanque de 2.000 litros de flujo ascendente, dotado de una lámpara ultravioleta, en el cual finaliza el proceso de tratamiento para retornar al sistema de tanques piscícolas.

### Dinámica de los Peces

En las pruebas preliminares, la especie patalo, obtuvo un crecimiento rápido hasta llegar a los 12 cm de longitud, luego los peces comenzaron a morir. Al revisar el diagnóstico, se determinó que este resultado era ocasionado por las temperaturas en bajas en la temporada de lluvia; por esta razón se procedió a climatizar aguas por medio de calentadores de varilla en los tiempos más fríos. Con este cambio se obtuvieron buenos resultados en la permanencia de estos y de las demás especies.

En la producción de los peces se debe controlar la temperatura, para el bochico (*Prochilodus magdalenae*) la ideal es de 22° a 28° C, para la cachama negra (*Colossoma macropomum*), de 24° a 28° C y de la tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*), de 27 a 29° C, adicional a esto se necesita mantener un pH de 7 para la neutralidad del agua y una óptima aireación. Como resultado de este proceso los alevines experimentales tuvieron un buen desarrollo hasta los 28 días, aunque los bajos niveles de temperatura ocasionaron parásitos que llevaron a la muerte de los alevines. De igual manera se evidenció que los peces se desarrollan mejor si el agua se encuentra con un pH de 7 a 8 y que se comportan mejor con el sistema de microburbujeo, por la oxigenación de turbulencia. Además, se aplicó un proceso para la preservación del agua con el fin de disminuir su recambio. Este se desarrolla utilizando como ingredientes melaza, agua y leche, con una proporción de 1 l de leche, 1 kg de melaza y 20 l de agua como solución base a esta se le agregan otros 20 l de agua, dicha solución se distribuye en 2 l por cada tanque.

Figura 42 a. Bocachico en Crecimiento



Figura 42 b. Tilapia Rojas en Crecimiento



### *Dinámica de las Especies en el Sistema Hidropónico*

Uno de los resultados que se obtuvo en el sistema hidropónico es que la especie vegetal espinaca (*Spinacia oleracea*) no logra tener una óptima adaptabilidad, también el sistema de recirculación tiene que realizarse con más frecuencia, ya que se requiere mejorar la capacidad de oxigenación.

**Figura 43.** Producción Hidropónica



### *Dinámica de las Plantas en el Sistema Agrícola*

Dentro de la dinámica de las plantas se observó que hay una mejor adaptabilidad en el bocachi ya que se produjeron plantas más vigorosas y con un buen follaje, en comparación con las plantadas en las camas que solo tenían tierra, en las cuales tuvieron un desarrollo deficiente, principalmente por la capacidad de retención de humedad, factor de importancia para el desarrollo de la planta. Las actividades de poda de las hortalizas de mayor crecimiento se deben realizar con una periodicidad de 20 días, con el fin de mantener las condiciones sanitarias óptimas que eviten la aparición de hongos y enfermedades Fitopatógenas.

## **DISCUSIÓN**

### **Eficiencia del Biosistema**

Integrar la acuicultura, la hidroponía y la agricultura en armonía con la gestión ambiental en el aprovechamiento de productos que se generan en la finca como La

Guadua, las aguas residuales de los peces, los residuos sólidos, principalmente, boñiga y de beneficio de café, permitió desarrollar un biosistema con características de sostenibilidad y que de manera directa se convierte en una alternativa productiva y de seguridad alimentaria. Este modelo experimental mejora los procesos continuo e investigaciones futuras en relación con los procesos de oxigenación, producción piscícola en áreas limitadas, tratamiento de aguas y su aprovechamiento, desarrollo de peces nativos, pruebas de rendimiento y generación de alimento con elementos provenientes de la finca.

Se facilitan los estudios para evaluar los rendimientos entre diferentes especies de hortalizas en los sistemas acuapónicos, y del sistema de huerta agrícola en plantas con fruto y tubérculo. Además, se establecen rendimientos entre los sustratos obtenidos de la transformación de residuos orgánicos como materias primas en la producción de alimentos y sostenibilidad de los recursos naturales.

## **Dificultades Superadas en el Proceso**

### ***Soporte Estructural***

El agua subterránea de manera inicial genera inconvenientes en el biosistema que vincula los postes de la guadua, puesto que al quedar expuestas a las aguas lluvias, las hace susceptibles al movimiento. Sin embargo, cuando se establece la estructura, este impacto es mitigado y se logra mantener estable mediante la tensión periódica con la guaya de acero.

Por esta razón, es necesario establecer drenajes alrededor del biosistema de tal manera que la estructura pueda resistir varios años.

### ***Techo del biosistema***

El techo al estar cubierto de plástico y de polisombra a los lados y con pantallas en las calles genera microclimas puntuales en diferentes áreas del biosistema. Sin embargo si no existen barreras rompevientos, el impacto afecta de manera directa el plástico, disminuyendo su vida útil, por lo tanto, para mitigar esa situación, se eliminaron los espacios abiertos entre las paredes de la polisombra y el techo de plástico, suprimiendo la entrada directa del viento, anexo a esto la técnica de pitas sobre el plástico y templadas con los postes de guadua mantuvieron el plástico fijo para evitar que se levante y, por ende, se rompa.

### ***Temperaturas del sitio***

La temperatura es muy variable y depende de manera directa del estado del tiempo, por ello en las pruebas preliminares, la especie pataló creció relativamente rápido hasta adquirir una longitud de 12 cm; sin embargo, durante el tiempo de lluvias, los peces comenzaron a morir. Después de realizar diferentes diagnósticos se concluyó que los cambios de temperatura en periodos cortos afectan de manera directa a esta especie nativa por ser más susceptible que las otras. Por lo tanto, se involucró un tanque de climatización de aguas con calentador de varilla, de tal manera que se eliminó este impacto en los peces.

### ***Sistema de hidropónico***

Se observó en la investigación preliminar que, aunque todas las hortalizas tienen un desarrollo diferente, tienen en común su crecimiento depende del flujo constante de agua y de oxigenación, ya que en principio estas disponían de aguas enriquecidas pero sin rápido recambio, además asimilaban los nutrientes del agua de manera rápida y generan un proceso neutral en el cual el crecimiento se limita, por lo cual cuando se instalaron los filtros mecánicos y biológicos, el paso del agua constante aumenta la disposición de líquido y oxígeno lo cual reactiva el crecimiento de las hortalizas.

### ***Diseños de huertas***

Se comprobó en este huerto agrícola que combinar el tomate con el pimentón y el rábano, en principio existe una buena relación; sin embargo, el rendimiento que presenta el tomate el bocashi y el vermicompost es tan alto que limita el crecimiento del pimentón más que del rábano, por lo cual se determinó que lo mejor era generar unidades individuales de especie por cada huerto; de esta manera se realiza una investigación comparativa sobre los rendimientos de las especies de acuerdo con su posición de siembra.

### ***Resequead constante***

Al monitorear el desarrollo de las plantas en los diferentes sustratos estas presentan altos requerimientos de agua debido a que el plástico de invernadero queda expuesto todo el día a los rayos lumínicos, lo cual impacta de manera directa los sustratos y las plantas, evidenciando un estrés hídrico constante a pesar de que el agua se aplica de forma permanente. Por esta razón se establecieron pantallas de polietileno en las



calles de los biosistema, lo cual mejoró notablemente el rendimiento de las especies y redujo la aplicación del riego.

### ***Rendimientos preliminares***

Aunque los peces nativos como el bocachico, el pataló y la cachama se adaptan relativamente bien a los tanques de 2.000 litros, el desarrollo de la tilapia es mucho más rápido en comparación con las otras especies. Sin embargo, es de tenerse en cuenta que el alimento inicial con que se contó para establecer el biosistema fue concentrado comercial de tilapia y que para las otras especies no venden un alimento específico para ellas, por lo cual estas tienen que superar su proceso de adaptación, mientras se desarrollan investigaciones para aumentar su rendimiento con alimentos alternativos y poco convencionales.

En los análisis preliminares se evidenció como la lechuga tiene una mayor capacidad de adaptabilidad al sistema acaponado que la acelga y la espinaca; sin embargo, cuando las condiciones de flujo hídrico son constantes la acelga y la espinaca entran en un proceso de nivelación en cuanto a su desarrollo.

El sustrato en que las plantas se desarrollan mejor es la combinación de tierra con bocashi, seguido del vermicompost y, por último, tierra.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El biosistema es una excelente estrategia para promover los procesos de seguridad alimentaria, investigación y replicación del modelo, su éxito radica en el aprovechamiento de los recursos naturales que provee una finca, el uso de subproductos o residuos orgánicos y, sobre todo, el manejo integral de las aguas bajo un sistema de gestión ambiental eficiente. Este sistema genera una despesa en áreas reducidas, de proteínas, vitaminas y carbohidratos además que establecer una estructura integral, además facilita el desarrollo de procesos, de investigación, innovación y mejora continua para aprendices SENA y la comunidad en general.

Una recomendación para mejorar la vida útil del biosistema es establecer los postes involucrando el concreto si los terrenos son propios; de tal manera que la guadua no tenga ningún contacto con el agua para que pueda durar muchos años.

Es necesario experimentar con las especies nativas de las quebradas y ríos del municipio, tanto como insumos esenciales de seguridad alimentaria como para la sostenibilidad de los diferentes hábitats ya que el sistema permite que se puedan desarrollar ese tipo de estudios.

La piscicultura en el departamento depende en gran medida de un alimento concentrado similar para la tilapia pero que se aplica a las demás especies de manera general, por esta razón en el biosistema se pueden iniciar pruebas para nuevos tipos de alimentación que suplan los requerimientos de las especies nativas y disminuyan los costos de mantenimiento por la compra de concentrados comerciales. Lo que se puede hacer por pruebas de comparación entre concentrados comerciales y alimentos no convencionales.

Para el establecimiento de especies vegetales en el biosistema en los huertos, es preferible involucrar especies individuales por cada cama, de tal manera que se pueda realizar un seguimiento único y esta a su vez presente un desarrollo sin limitación por competencia de especies que tengan un crecimiento más rápido.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addy, M. M., Kabir, F., Zhang, R., Lu, Q., Deng, X., Current, D. & Ruan, R. (2017). Co-cultivation of microalgae in aquaponic systems. *Bioresource Technology*, 245(August): 27-34. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.08.151>
- Agenda prospectiva para el desarrollo del Centro del Huila (2015).
- Anderson, T. S., Goldstein, L. T. & Timmons, M. B. (2019). Root nitrification capacity of lettuce plants with application to aquaponics. *Aquacultural Engineering*, 86(June): 101997. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2019.101997>
- Bailey, D. S. & Ferrarezi, R. S. (2017). Valuation of vegetable crops produced in the UVI Commercial Aquaponic System. *Aquaculture Reports*, 7(June), 77-82. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2017.06.002>
- Bateman, A., Van Der Horst, D., Boardman, D., Kansal, A., & Carliell-Marquet, C. (2011). Closing the phosphorus loop in England: The spatio-temporal balance of phosphorus capture from manure versus crop demand for fertiliser. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(12): 1146-1153. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.07.004>
- Cerozi, B. S. & Fitzsimmons, K. (2017). Phosphorus dynamics modeling and mass balance in an aquaponics system. *Agricultural Systems*, 153: 94-100. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.020>
- Cervantes, A., Hernández, M. & Pérez, C. (2016). Aprovechamiento de metabolitos nitrogenados del cultivo de tilapia en un sistema acuapónico. *Ecobiosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(7): 63-73. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-90282016000100007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282016000100007)
- Cohen, A., Malone, S., Morris, Z., Weissburg, M. & Bras, B. (2018). Combined Fish and Lettuce Cultivation: An Aquaponics Life Cycle Assessment. *Procedia CIRP*, 69(May): 551-556. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.029>
- Delaide, B., Delhay, G., Dermience, M., Gott, J., Soyeurt, H. & Jijakli, M. H. (2017). Plant and fish production performance, nutrient mass balances, energy and water use of the PAFF Box, a small-scale aquaponic system. *Aquacultural Engineering*, 78(November 2016), 130-139. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2017.06.002>

- Fang, Y., Hu, Z., Zou, Y., Zhang, J., Zhu, Z., Zhang, J. & Nie, L. (2017). Improving nitrogen utilization efficiency of aquaponics by introducing algal- bacterial consortia. *Bio-resource Technology*, 245(June): 358-364. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.08.116>
- Fedecua (2015). *Piscicultura Busca Ingresar a Las Grandes Ligas*, (01): 52.
- Forchino, A. A., Lourguioui, H., Brigolin, D. & Pastres, R. (2017). Aquaponics and sustainability: The comparison of two different aquaponic techniques using the Life Cycle Assessment (LCA). *Aquacultural Engineering*, 77, 80-88. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2017.03.002>
- Forchino, A. A., Lourguioui, H., Brigolin, D. & Pastres, R. (2017). Aquaponics and sustainability: The comparison of two different aquaponic techniques using the Life Cycle Assessment (LCA). *Aquacultural Engineering*, 77: 80-88. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2017.03.002>
- Goddek, S. & Keesman, K. J. (2018). The necessity of desalination technology for designing and sizing multi-loop aquaponics systems. *Desalination*, 428 (November 2017):76-85. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.desal.2017.11.024>
- Guerra-centeno, D., Valdez-sandoval, C., & Aquino, E. (2016). Adaptación y rendimiento de plantas autóctonas de Guatemala en un sistema acuapónico.
- Karimanzira, D., Keesman, K. J., Kloas, W., Baganz, D. & Rauschenbach, T. (2016). Dynamic modeling of the INAPRO aquaponic system. *Aquacultural Engineering*, 75: 29-45. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2016.10.004>
- König, B., Janker, J., Reinhardt, T., Villarroel, M. & Junge, R. (2018). Analysis of aquaponics as an emerging technological innovation system. *Journal of Cleaner Production*, 180: 232-243. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.03>
- Kyaw, T. Y. & Ng, A. K. (2017). Smart Aquaponics System for Urban Farming. *Energy Procedia*, 143, 342-347. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.694>
- Li, C., Zhang, B., Luo, P., Shi, H., Li, L., Gao, Y. & Wu, W. M. (2019). Performance of a pilot-scale aquaponics system using hydroponics and immobilized biofilm treatment for water quality control. *Journal of Cleaner Production*, 208, 274-284. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.170>
- Lobillo, J. R., Fernández-Cabanás, V. M., Carmona, E. & Candón, F. J. L. (2014). Manejo básico y resultados preliminares de crecimiento y supervivencia de tencas (*Tinca tinca* L.) y lechugas (*Lactuca sativa* L.) en un prototipo acuapónico. *ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria*, 110(2): 142-159. Disponible en <https://doi.org/10.12706/itea.2014.009>

- Love, D. C., Fry, J. P., Li, X., Hill, E. S., Genello, L., Semmens, K. & Thompson, R. E. (2015). Commercial aquaponics production and profitability: Findings from an international survey. *Aquaculture*, 435, 67-74. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.09.023>
- Hernández Zambrano, Luis Felipe (2017). Diseño, construcción y evaluación de un sistema acuapónico automatizado de tipo tradicional y doble recirculación en el cultivo de Tilapia Roja (*Oreochromis Mossambicus*) y Lechuga Crespa (*Lactuca Sativa*), 127. Disponible en <http://bdigital.unal.edu.co/62310/1/1057592154.2018.pdf>
- Lunda, R., Roy, K., Másílko, J. & Mráz, J. (2019). Understanding nutrient throughput of operational RAS farm effluents to support semi-commercial aquaponics: Easy upgrade possible beyond controversies. *Journal of Environmental Management*, 245(October 2018): 255-263. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.130>
- Mchunu, N., Lagerwall, G. & Senzanje, A. (2018). Aquaponics in South Africa: Results of a national survey. *Aquaculture Reports*, 12(March): 12-19. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2018.08.001>
- Mejía Triana, A. (2017). Seguridad alimentaria. Disponible en [http://www.ucentral.edu.co/images/documentos/editorial/2017\\_Seguridad\\_alimentaria\\_001.pdf](http://www.ucentral.edu.co/images/documentos/editorial/2017_Seguridad_alimentaria_001.pdf)
- Meta, D. E. L. (2015). Alimentaria de las familias campesinas en el departamento. Versión final. Secretaría de Desarrollo Agroeconómico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Minero Energéticos. Secretaría TIC Ciencia, Tecnología e Innovación. Noviembre 2015, 1-127.
- Moreno Simón, E. W. & Zafra Trelles, A. (2014). Sistema acuapónico del crecimiento de lechuga, *Lactuca sativa*, con efluentes de cultivo de tilapia. *Rebiol*, 34(2): 60-72.
- Niño, F. (2014). Autoridad Nacional de Agricultura y Pesca (AUNAP) “Pesca en cifras”. ISBN 978-92-5-308829-4.
- Palma Lampreia Dos Santos, M. J. (2018). Nowcasting and forecasting aquaponics by Google Trends in European countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 134(May): 178-185. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.06.002>
- Pérez-Urrestarazu, L., Lobillo-Eguíbar, J., Fernández-Cañero, R. & Fernández-Cabanás, V. M. (2019). Suitability and optimization of FAO's small-scale aquaponics systems for joint production of lettuce (*Lactuca sativa*) and fish (*Carassius auratus*). *Aquacultural Engineering*, 85(April): 129-137. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2019.04.001>



- Ramírez, D., Sabogal, D., Rodríguez, D., Sc, C. M. & Hurtado, H. (2009). Assembly and Preliminary Evaluation of a Goldfish-Lettuce Aquaponic System, 154-170.
- Ramírez, D., Sabogal, D., Jiménez, P., & Giraldo, H. H. (2008). Aquaponics: AN ALternative Focused on Sustainable Development. *Facultad de Ciencias Básicas*, 4(1), 32-52. Disponible en <https://doi.org/10.18359/RFCB.2230>
- Ren, Q., Zhang, L., Wei, Y., Li, D., Wei, Y. & Li, D. (2018). A method for predicting dissolved oxygen in aquaculture water in an aquaponics system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151(February): 384-391. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.06.013>
- Rodríguez A., D., Andrade R., E. M., Pérez L., Á. D. & Cifuentes V., M. (2016). Valoración de la calidad del agua del río La Plata mediante el uso de macroinvertebrados como bioindicadores. *Revista Nova*, 2(1): 90. Disponible en <http://revistas.sena.edu.co/index.php/rnova/artic le/view/617/681>
- Ronzón-Ortega, M., Hernández-Vergara, M. P. & Pérez-Rostro, C. I. (2012). Hydroponic and aquaponic production of sweet basil (*ocimum basilicum*) and giant river prawn (*macrobrachium rosenbergii*) | Produccion hidropónica y acuapónica de albahaca (*ocimum basilicum*) y langostino malayo (*macrobrachium rosenbergii*). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15(Suppl. 2).
- Saha, S., Monroe, A. & Day, M. R. (2016). Growth, yield, plant quality and nutrition of basil (*Ocimum basilicum* L.) under soilless agricultural systems. *Annals of Agricultural Sciences*, 61(2): 181-186. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aogas.2016.10.001>
- Salazar Contreras, Jaime & Díaz, Gustavo (s. f.) *Manual de la guadua*.
- Suhl, J., Dannehl, D., Kloas, W., Baganz, D., Jobs, S., Scheibe, G. & Schmidt, U. (2016). Advanced aquaponics: Evaluation of intensive tomato production in aquaponics vs. conventional hydroponics. *Agricultural Water Management*, 178: 335-344. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.10.013>
- Wongkiew, S., Hu, Z., Chandran, K., Lee, J. W. & Khanal, S. K. (2017). Nitrogen transformations in aquaponic systems: A review. *Aquacultural Engineering*, 76, 9-19. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2017.01.004>
- Wongkiew, S., Hu, Z., Chandran, K., Lee, J. W. & Khanal, S. K. (2017). Nitrogen transformations in aquaponic systems: A review. *Aquacultural Engineering*, 76, 9-19. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2017.01.004>