



Sistematización de estrategias de aprendizaje para la implementación de un sistema de cultivo súper-intensivo en San José de León – Mutatá – Antioquia.

Hermis Enrique Anaya Pérez

Juan Rafael Martínez Alba

Seleccione tipo de documento para optar al título de Especialista en Extensión Rural

Tutor

Juan Gonzalo Londoño Uribe, Magíster (MSc) en Ciencias agrarias

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Agrarias
Especialización en Extensión Rural
Medellín, Antioquia, Colombia
2022

Cita	(Anaya Pérez & Martínez Alba, 2022)
Referencia	Anaya Pérez, H. E., & Martínez Alba, J. R. (2022). <i>Sistematización de estrategias de aprendizaje para la implementación de un sistema de cultivo súper-intensivo en San José de León – Mutatá – Antioquia</i> . [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Especialización en Extensión Rural, Cohorte I.



Biblioteca Ciudadela Robledo

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda.

Decano/Director: Liliana Mahecha Ledesma.

Jefe departamento: Wilson Ernesto Castrillón Hoyos.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a:

A Dios quien me acompañado en todas mis actividades y me ha brindado la oportunidad de alcanzar mis objetivos

A mis padres Delely Anaya y Yolanda Pérez quienes con su amor y ejemplo han forjado en mí el deseo de superación y con su esfuerzo me han permitido alcanzar mis propósitos que son también los propósitos de DIOS para conmigo

A mis hijas Liz Marieth Anaya y Salome Anaya que son mi motor para seguir adelante dejando siempre la huella en ellas de humildad, amor y superación.

A mis hermanos Alex, Albeiro, Vianeys, por su apoyo incondicional, por estar conmigo en todo momento gracias.

A toda mi familia. Porque con su apoyo incondicional he encontrado en ellos un aliento para seguir adelante gracias por tenerme en sus oraciones.

Hermis Enrique Anaya Pérez

Esta tesis está dedicada a:

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza, su mano de fidelidad, amor y ha estado conmigo hasta el día de hoy.

A mis padres Moisés José y Sixta Tulia quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi esposa Diana Eugenia, en el camino encuentras personas que iluminan tu vida, que con su apoyo alcanzas de mejor manera tus metas, a través de sus consejos, de su amor, y paciencia me ayudo a concluir esta meta.

A mis hijos Juan Miguel y Jesús David el cual son mi motor para ser mejor persona y ser su ejemplo a seguir
A mis hermanos Ever, Ludys, Susana, Moisés Y Deysi por su cariño y apoyo incondicional, por estar conmigo en todo momento gracias.

A mis sobrinos, sobrinas y sobrinitos quisiera nombrarlos a cada uno de ustedes, pero son muchos, pero eso no quiere decir que no me acuerde, a todos los quiero mucho y más que mis sobrinos son mis amigos. A ti Jader Javier a pesar que no estés aquí en este mundo terrenal en estos momentos conmigo, sé que tu alma si lo está te dedico con todo mi corazón este trabajo de grado. Nunca te olvidaré

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas. Finalmente quiero dedicar este trabajo de grado a todos mis amigos, por apoyarme cuando más los necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias siempre los llevo en mi corazón.

Juan Rafael Martínez Alba

Agradecimientos

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a nuestro director de trabajo de grado Juan Gonzalo Londoño por su apoyo incondicional, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo. De igual manera mis agradecimientos a la Universidad de Antioquia, a mis profesores de la especialización en extensión rural quienes con las enseñanzas de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Hermis Enrique Anaya Pérez

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a nuestro director de trabajo de grado Juan Gonzalo Londoño por su apoyo incondicional, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo. De igual manera mis agradecimientos a la Universidad de Antioquia, a mis profesores de la especialización en extensión rural quienes con las enseñanzas de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Juan Rafael Martínez Alba

Tabla de contenido.

Resumen.....	9
Abstract.....	10
Introducción.....	11
1. Planteamiento del problema.....	14
1.1. Estado del arte.....	16
2. Justificación.....	20
3. Objetivos.....	22
3.1. Objetivo general.....	22
3.2. Objetivos específicos.....	22
4. Marco teórico.....	23
4.1. Sistemas de cultivo Semi-intensivo.....	23
4.2. Sistemas de cultivo Súper-intensivos.....	23
4.3. Tecnología Biofloc (BFT).....	23
4.4. Ciclo del nitrógeno dentro del BFT.....	24
4.5. Estrategias pedagógicas.....	25
4.6. Estrategias cognitivas.....	27
4.7. Estrategias meta-cognitivas.....	27
4.8. Estrategias lúdicas.....	28
4.9. Estrategias tecnológicas.....	28
4.10. Estrategias socio-afectiva.....	29
5. Metodología.....	30
5.1. Área de estudio.....	30
5.3. Población.....	32
5.4. Fase 1 – Fase de campo.....	32
5.5. Fase 2 – Aplicación de las estrategias de enseñanza.....	32
6. Resultados y análisis.....	34
6.1. Fase 1 – Fase de Campo.....	34
6.2. Fase 2 – Aplicación de las estrategias de enseñanza.....	36

6.2.1. Actividades lúdicas.....	36
6.2.2. Clases magistrales.	37
6.2.3. Visitas de campo.....	38
6.3. Lecciones aprendidas.	40
7. Conclusiones.	42
8. Recomendación general.	43
9. Reflexión.	44
Bibliografía.....	45

Lista de Tablas.

Tabla 1. Principales microorganismos presentes en los sistemas Biofloc. Fuente: (Coelho, Martínez, Martínez-Porchas, & Miranda-Baeza, 2017).	17
Tabla 2. Descripción de algunas estrategias cognitivas aplicadas a procesos de aprendizaje. Modificado de Serrano & Barradas (2006).	27
Tabla 3. Descripción de estrategias meta-cognitivas para los procesos de aprendizaje. Modificado de Serrano & Barradas (2006).	28
Tabla 4. Descripción de algunas estrategias de aprendizaje socio-afectivas. Modificado de: Lobo (2007) y Serrano & Barradas (2006).....	29

Lista de Figuras.

Figura 1. Representación esquemática de los dos sistemas de cultivo con BFT. Tomado de: (Crab, Defoirdt, Bossier, & Verstraete, 2012).....	24
Figura 2. Ciclo del nitrógeno en el alimento de los peces. Tomado de (Sisa-Ibarra & Palacios-Palacios, 2019), Recopilado de: (Lekang, 2007).....	25
Figura 3. Cálculo esquemático de la cantidad de carbono diaria requerida para eliminar el nitrógeno desaprovechado. Modificado de (Crab, Defoirdt, Bossier, & Verstraete, 2012).	25
Figura 4. Veredas del municipio de Mutatá. Fuente Atlas Veredal de Antioquia 2008.....	30
Figura 5. Rango de edades de los participantes. Fuente: elaboración propia.	34
Figura 6. Nivel de escolaridad de los participantes. Fuente: elaboración propia.	35
Figura 7. Nivel de Experiencia de los participantes (años). Fuente: Elaboración propia.....	35
Figura 8. Comportamiento del Ambiente de Aprendizaje. Fuente: elaboración propia.	39
Figura 9. Estrategias pedagógicas utilizadas. Fuente: elaboración propia.	39
Figura 10. Actividades utilizadas en el aprendizaje. Fuente: elaboración propia.	39

Resumen.

Las actividades de acuicultura se han constituido como una de las más importantes en el país gracias a sus altos niveles de productividad en relativamente poco tiempo ya que la carne de pescado posee grandes cantidades de proteínas de alta calidad, baja en grasas y contener altos niveles de fosforo y vitaminas; sin embargo, también acarrea elevados costos debido a la poca tecnificación de la actividad, lo que genera a su vez grandes impactos ambientales negativos.

Teniendo en cuenta esto, el presente estudio tiene como objetivo sistematizar y categorizar estrategias de aprendizaje que permitan el fortalecimiento y la sostenibilidad de los programas de extensión rural asociados a la tecnificación de las actividades de acuicultura llevadas a cabo en la comunidad de San José de León, en el municipio de Mutatá, departamento de Antioquia, mediante la implementación del sistema de cultivo súper-intensivo aplicando tecnologías Biofloc. Para esto se llevaron a cabo varias estrategias de enseñanza dentro de las que se encontraban actividades lúdicas, clases magistrales y visitas de campo, las cuales fueron guiadas e impartidas por profesionales extensionistas a un total de 83 acuicultores pertenecientes a la comunidad y excombatientes de las FARC - EP. Finalmente, se analizan los resultados obtenidos de cada una de las experiencias y se logró identificar que la estrategia que más favoreció el aprendizaje de los participantes fueron las visitas de campo, ya que les permitió experimentar de primera mano todos los procesos y técnicas empleadas en el cultivo de peces utilizando tecnología Biofloc.

Palabras clave: Estrategias de aprendizaje, tecnología Biofloc, extensión rural, acuicultura, desarrollo rural.

Abstract.

Aquaculture activities have become one of the most important in the country, thanks to its high levels of productivity in a relatively short time and because fish meat has large amounts of high-quality protein, low in fat and contains high levels. phosphorus and vitamins; however, it also entails high costs due to the low technical level of the activity, which in turn generates large negative environmental impacts.

Taking this into account, the present study aims to systematize and categorize learning strategies that allow the strengthening and sustainability of rural extension programs associated with the modernization of aquaculture activities carried out in the community of San José de León., in the municipality of Mutatá, department of Antioquia, through the implementation of the super-intensive cultivation system applying Biofloc technologies. For this, several teaching strategies were carried out, including recreational activities, master classes and field visits, which were guided and taught by extension professionals to a total of 83 aqua culturists belonging to the community and former FARC – EP combatants. Finally, the results obtained from each of the experiences are analyzed and it was possible to identify that the strategy that most favored the learning of the participants was the field visits, since it allowed them to experience first-hand all the processes and techniques used in the study. fish farming using Biofloc technology.

Keywords: Learning strategies, Biofloc technology, rural extension, aquaculture, rural development.

Introducción.

La piscicultura es definida como la intervención humana de forma técnica en el proceso de cría y engorde de peces para el consumo humano (FAO, 2018). Esta técnica tiene el título alimenticio con mayor crecimiento a nivel mundial, producto de las tendencias nutricionales que han ocurrido en los últimos años, en donde se han adaptado las propiedades nutricionales de la carne de pescado baja en grasas, abundantes en proteína de alta calidad, rica en calcio, fósforo y vitaminas (Bru, 2016).

En Colombia, la actividad pecuaria ha alcanzado un crecimiento notorio en la última década, optimizando los indicadores del sector agropecuario nacional. De acuerdo con las representaciones del Plan Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia (PLANDAS, 2014) los diferentes actores del sector acuícola del país acordaron hacer esfuerzos para que en el 2023 la acuicultura colombiana se fortalezca como uno de los sectores que destaquen el progreso rural y la seguridad alimentaria del país, con productos de alta calidad, capaces de competir en el mercado nacional e internacional (Bru, 2016 y Bru *et al.*, 2017).

De la totalidad de la producción piscícola en Colombia, el 99,9% es piscicultura continental, de la cual el 66% proviene de cultivos semi-intensivos, es decir, estanques en tierra y el 34% de cultivos intensivos como las jaulas y jaulones (FAO, 2018). Los sistemas de producción semi-intensivos tradicionales, tienen producciones con eficiencia baja debido a la mala práctica; las atribuciones de producción han provocado impactos ambientales en los afluentes hídricos, por la agregación de medicamentos para control de enfermedades, el concentrado comercial, la acumulación de materia orgánica, la cual acumula cargas de contaminantes con grandes cantidades de metabolitos tóxicos, especialmente derivados del potasio, fósforo y nitrógeno que afectan en gran medida la calidad del agua (González, 2017); Trayendo como consecuencia la disminución del oxígeno, superproducción de algas, sedimentación, turbidez excesiva y acumulación de residuos entre otras afectaciones, alterando parámetros fisicoquímicos del agua a los cuales son enormemente sensibles los organismos acuáticos (Hernández *et al.*, 2019).

La piscicultura como actividad económica del hombre necesita la sistematización de nuevas técnicas que sean rápidas, avanzadas, que reduzcan gastos de producción, puesto que la alimentación es una de las limitantes y uno de los costos fijos, ya que representa el 70% de los

costos totales de la producción de dichos cultivos acuícolas. De igual manera, es prioridad que se instituyan medidas que promuevan el uso de tecnologías innovadoras que cumplan con los requisitos para una buena producción, es decir, debe ser económicamente viable, ambientalmente sostenible y socialmente aceptable, esto con el objetivo de mitigar y minimizar el costo económico que pudiera generarse por cuenta de la contaminación. En gran medida esta actividad depende del buen manejo, la calidad del agua, calidad genética, tipo de alimento administrado, sanidad y sistemas de comercialización del producto final, entre otros factores (Merino, Salazar y Gómez, 2006).

Frente a estos desafíos, surgen iniciativas tecnológicas innovadoras que perfeccionan la eficacia de los cultivos, en pro de su sostenibilidad ambiental, económica y social. Los Sistemas Biofloc y aireación constante, se trata de una propuesta desarrollada en la década de los 70, basada en comunidades microbianas que ayudan a minimizar o evitar los recambios de agua y además producir, como beneficio adicional, proteína microbiana que puede ser utilizada como alimento (Avnimelech, 2009).

Para hacer eficiente la producción, se plantea la ejecución de los Sistemas Biofloc, que son agregados de comunidades microbianas en forma de flóculos integrados por bacterias, fitoplancton, materia orgánica e inorgánica, formados fácilmente en los estanques; bajo condiciones de recirculación constante de agua, alta oxigenación y suplementación con fuentes ricas en carbono; brindando las condiciones para ejercer control de la calidad del agua, mediante procesos naturales (metabolismo de oxígeno y nitrógeno), realizados por bacterias, fitoplancton y algunas microalgas; que captan e inmovilizan el amoníaco producido en el estanque, para originar una proteína bacteriana de excelente calidad, fácilmente aprovechable por los peces, que reintegrada a la cadena alimenticia del estanque extiende la producción de carne de pescado por unidad de área; con utilización mínima del recurso agua (Sistemas de mínimo recambio de agua) por lo que disminuye la posibilidad de la entrada de patógenos y enfermedades al estanque, mejorando la bioseguridad por su actividad como controlador de poblaciones de bacterias patógenas (Collazos-Lasso y Arias-Castellanos, 2015; Hernández *et-al.*, 2019).

En San José De León – Mutatá – Antioquia, el sistema Biofloc y aireación constante es una alternativa ambiental poco estudiada dado que las personas asumen que se requieren altos costos

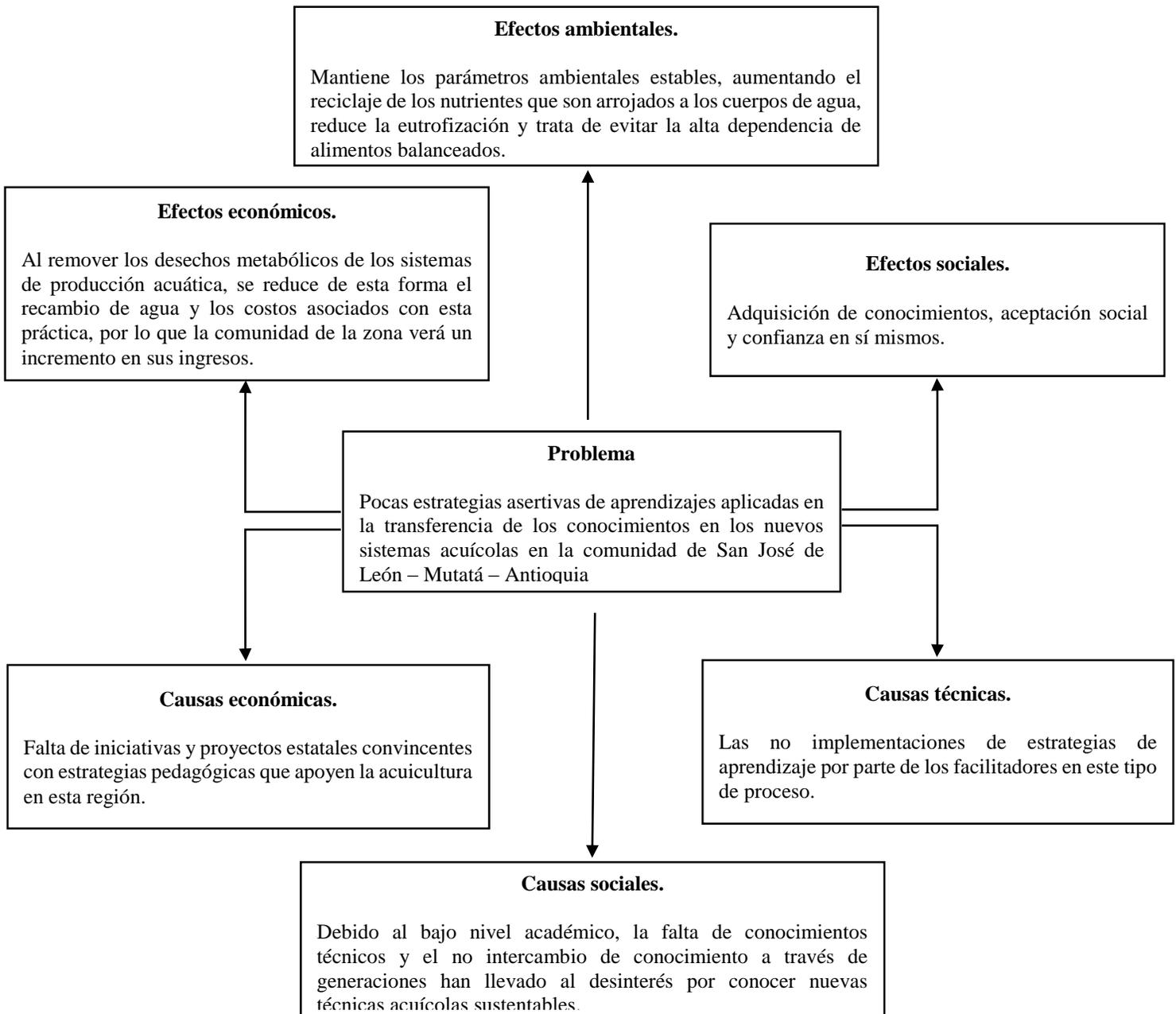
debido a la tecnificación del cultivo, pero la realidad es que en esta técnica los costos se reducen ya que la productividad aumenta de manera exponencial y de forma inversa se reducen las tasas de mortalidad y finalmente, también disminuyen los desperdicios logrando una minimización de los impactos ambientales. Con el objetivo de implementar y dar a conocer las ventajas de esta tecnología en la acuicultura de la región se plantea sistematizar y desarrollar estrategias de aprendizaje para la implementación de un sistema de cultivo súper-intensivo en esta comunidad.

1. Planteamiento del problema.

Los países en vías de desarrollo tienen menor acceso a la tecnología, son los que más han desarrollado la acuicultura por motivos económicos, ya que tienen unos ingresos bajos y sobre todo deficiencia alimentaria, por lo que la acuicultura puede llegar a ser un motor económico, consiguiendo aprovechar de manera sostenible los recursos disponibles sin sobreexplotar el medio.

El continuo desarrollo de la Acuicultura requiere de nuevas estrategias de aprendizaje y alternativas que generen un impacto de transferencia tecnológica, ambiental, productiva y social para alcanzar la sustentabilidad. En búsqueda de nuevas posibilidades de producción acuícola que sean partidarias con el ambiente y rentables surge el sistema de producción súper-intensiva con tecnología Biofloc, el cual ha venido ofreciendo una solución a problemas ambientales, mejorando los ecosistemas dulceacuícolas, aumentando el reciclaje de nutrientes, de los desechos del cuerpo de agua y trata de reducir la alta dependencia de alimento balanceado, promoviendo abundante alimento natural en el cultivo.

Se realiza un árbol, instrumento de análisis del problema que permite identificar cuáles han sido las problemáticas que han nacido a raíz de la piscicultura en la zona, distinguiendo causas y consecuencias de cualquier tipo. Este ejercicio permite identificar que, la falta de formación, la ausencia en acompañamiento técnico en piscicultura, la poca disponibilidad de recursos para inversión y la discrepancia respecto a la visión de trabajo asociado y delegación de responsabilidades, han sido las principales causas para la generación del problema.



Esquema 1. Diagrama del árbol del problema utilizado en el desarrollo de la investigación.
Fuente: elaboración propia.

1.1. Estado del arte.

La acuicultura, al ser uno de los sectores productivos con mayor crecimiento a nivel mundial, se ha ido desarrollando de manera constante con el objetivo de suplir la creciente demanda de productos piscícolas a nivel mundial; este crecimiento se ha traducido en numerosas técnicas y tecnologías que son aplicables al momento de la producción y que tienen como objetivo disminuir las pérdidas y el impacto ambiental de esta práctica productiva. Teniendo esto en cuenta, el presente estudio presenta la tecnología Biofloc como una alternativa aplicable a los sistemas de producción piscícola en la región del Urabá antioqueño, más específicamente en la comunidad de San José de León, en el municipio de Mutatá, Antioquia.

Con el fin de establecer una visión general del uso de las tecnologías Biofloc, se llevó a cabo una revisión bibliográfica de estudios que aplicaban esta tecnología para el mejoramiento de la producción piscícola en los últimos años. En relación con esto Bossier & Ekasari (2017) llevaron a cabo un estudio de revisión de los beneficios y mejoras que ofrece la tecnología Biofloc a los sistemas de producción acuícola; los investigadores mencionan que los sistemas Biofloc proporcionan una fuente de alimento nutritiva y pueden mejorar la eficiencia en la utilización de alimentos, esto gracias a que pueden contribuir al suministro de biomasa rica en nutrientes esenciales y enzimas digestivas, además de contener componentes bioactivos como ácidos grasos esenciales, carotenoides y aminoácidos libres. Adicionalmente, los sistemas Biofloc pueden aumentar la posibilidad de capturar el exceso de CO₂ aumentando la tasa de utilización del carbono y disminuyendo las emisiones de este gas.

Por otra parte, Coelho, Martínez, Martínez-Porchas, & Miranda-Baeza (2017) llevaron a cabo una revisión de las condiciones óptimas de crecimiento de los sistemas Biofloc en sistemas de agua destinados a la acuicultura, los autores reportan que el rango óptimo de pH es de 6,8 a 8,0, el rango óptimo de temperatura es de 28-30°C y el oxígeno disuelto debe tener una saturación de al menos el 60%. Adicionalmente, los mismos autores llevan a cabo una revisión de la microflora presente en los sistemas Biofloc, así como sus funciones principales y aportes nutricionales, esta información se recopila a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1.

Principales microorganismos presentes en los sistemas Biofloc. Fuente: (Coelho, Martínez, Martínez-Porchas, & Miranda-Baeza, 2017).

Microflora	Microorganismos comunes	Función principal	Aporte nutricional
Bacterias	Heterótrofas	Las bacterias heterótrofas reciclan grandes cantidades de materia orgánica (heces, mudas, organismos muertos, alimentos no consumidos, etc) para producir biomasa bacteriana.	Proteína del 29 al 49%, carbohidratos del 2,5 al 11,2%, lípidos del 4 al 6%, además de contener todos los aminoácidos esenciales.
	Quimioautótrofas	Estas bacterias oxidan el amoníaco y los nitritos, la cual utilizan como sustrato para producir biomasa y metabolitos primarios y secundarios.	
Hongos	Levaduras	Las levaduras utilizan las formas orgánicas del carbono como los azúcares, polioles, ácidos orgánicos y grasos.	Proteína del 25-37%, carbohidratos del 21-39%, lípidos del 4 al 6%, además de contar con todos los aminoácidos esenciales.
Microalgas	Diatomeas	Las microalgas asimilan principalmente el amoníaco y los nitratos para producir biomasa, además de consumir dióxido de carbono y producir oxígeno. Además, requieren de la energía solar para su proceso metabólico.	Proteína del 30 y 40%, carbohidratos del 5 al 15%, lípidos del 10 al 20%, además, de compuestos esenciales para los peces como el ácido docosahexaenoico (DHA), ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido araquidónico (AA)

En adición Ariza & Mujica (2019) llevaron a cabo una revisión de los sistemas Biofloc y su implementación en el cultivo de Tilapia, los autores mencionan que un sistema Biofloc se caracteriza por estar constituido por un 60 a 70% de materia orgánica (la cual incluye una mezcla heterogénea de los microorganismos anteriormente mencionados) y un 30 a 40% de materia inorgánica como coloides, polímeros orgánicos, los cuales actúan como medio de fijación de las comunidades microbianas que se forman en el cuerpo de agua mediante la adición de carbono; para dicha fuente de carbono los autores sugieren el uso de melaza o bagazo de caña, esta primera es

mucho más asimilable por los microorganismos gracias a que se disuelve con facilidad en el agua y contiene en su mayoría azúcares libres, además, se recomienda que para el control del amoníaco en los acuíferos es necesario agregar una relación de 0,5 a 1 kg de fuente de carbono (melaza) por cada kilogramo de alimento agregado (la alimentación debe tener un porcentaje de proteína entre el 30 y 40%).

Referente al cultivo de Tilapia, los autores mencionan que los sistemas Biofloc ayudan a reducir la cantidad de alimento agregada al sistema, ya que permite su reciclado y aprovechamiento, además de la reducción al mínimo de intercambio de agua, todo gracias a la acción de los microorganismos presentes en el Biofloc; Lo anterior contribuye a la economía del proceso ya que se reduce en gran medida el alimento que debe suministrarse durante el cultivo, además de evitar la acumulación de sedimentos ricos en compuestos nitrogenados como el amoníaco y los nitritos, que son altamente tóxicos para los mismos peces.

Otro de los factores importantes en la acuicultura además de la alimentación es la aireación de los cuerpos de agua utilizados, y es aún más importante para los sistemas de cultivo que incluyen Biofloc, ya que hay que garantizar el oxígeno para los peces y para el sistema microbiano. En relación a esto Piñeros-Roldan, Gutiérrez-Espinosa, Coelho-Emerenciano, & Lapa-Viana (2020) llevaron a cabo una revisión de los diferentes sistemas de aireación utilizados en cultivos con sistemas Biofloc, los autores destacan la importancia de los sistemas de aireación porque proporciona el oxígeno disuelto para los peces y microorganismos (estos últimos demandan más del 60% del oxígeno disuelto dentro del acuífero), además, de permitir su distribución alrededor del tanque, así como ayudar a evitar la acumulación de los Bioflocs en zonas muertas del tanque. Adicionalmente, los mismos autores recomiendan el uso de compresores radiales o Blowers como sistema de aireación, que consiste en un blower ubicado en la parte exterior del tanque, que capta oxígeno de la atmósfera mediante un filtro, el cual es conducido hacia los difusores dentro de la piscina o el tanque. Este tipo de sistema presenta alta eficiencia en el suministro de oxígeno y ayuda a mantener la temperatura del agua equilibrada sin generar altas turbulencias.

Finalmente, a nivel nacional se ha estudiado la aplicación de esta tecnología principalmente para la producción de tilapia roja, tal y como se evidencia en un estudio realizado por Sisa-Ibarra & Palacios-Palacios (2019), donde se compararon tres sistemas de cultivo de tilapia roja empleando distintas tecnologías, un sistema de cultivo tradicional (semi-intensivo), un sistema aplicando tecnología Biofloc en estanques de cultivo y un sistema aplicando Biofloc en tanques de cultivo

circulares. Los tres tanques contaban con un volumen de 7,5 m³ y para los tanques con Biofloc se instalaron dos unidades de aireación con blowers de 1 hp de potencia. Adicionalmente, los peces fueron alimentados con un concentrado comercial con 32% de proteína, esto con el objetivo de mantener la relación C/N y para mantener el Biofloc para el volumen de estudio se añadieron 2,65 kg de melaza, 375 kg de bicarbonato de sodio, 15 g de cloruro de amonio, todo inoculado en un 3% del volumen total (3 L).

El estudio obtuvo como resultados, que para el sistema donde se suministraron los suplementos necesarios y el sistema de aireación favorece el crecimiento de los microorganismos del Biofloc, además, de mostrar resultados favorables en la ganancia de peso de los peces gracias al aprovechamiento del alimento suministrado, reduciéndose en promedio un 70%. De manera adicional, se logró evidenciar que el uso de los sistemas Biofloc ayudan a controlar la calidad del agua de las unidades productivas.

2. Justificación.

El uso de sistemas extensivos, Semi-intensivos, e intensivos en la acuicultura incrementa la acumulación de residuos de los alimentos, materia orgánica y compuestos inorgánicos tóxicos como el amoniaco. El sistema Biofloc y aireación constante hace referencia a una comunidad microbiana aerobia asociada a la alta materia orgánica, la cual se desarrolla gracias a la aireación y suspensión constante de los sólidos presentes en el cuerpo de agua, puede conllevar varios beneficios como contribuir a resolver los problemas que genera la acuicultura además de influir en la obtención de productos de alta calidad, seguros, atractivos y socialmente aceptables, en los sistemas de producción tiene mucho beneficio ya que es un alimento que se encuentra disponible las 24 horas del día, lo que podría reducir sustancialmente los gastos por alimentación, además de mejorar la calidad del agua debido a la constante producción de biomasa bacteriana, la cual transforma el nitrógeno del sistema, manteniendo bajos los niveles de nitrógeno, el cual es potencialmente dañino en el agua (Palma, Ordoñez y Ordoñez, 2018).

Las razones sustentables en la aplicación de la técnica de Biofloc y aireación constante se encuentran, el aumento de la producción acuícola y funciona de manera óptima manteniendo los parámetros ambientales estables, mitigando los impactos ambientales negativos generados por las descargas de agua provenientes de la acuicultura (Benavides y López, 2012) aumentando el reciclaje de nutrientes de las descargas de los productos de los desechos de los cuerpos de agua, reduce la eutrofización y trata de evitar la dependencia de alimentos balanceados al utilizar esta técnica avanzada. Mantienen el balance del carbono y del nitrógeno en el sistema, debido a que tienen la capacidad de sacar estos compuestos del agua, en forma de biomasa bacteriana. De esta manera conservan bajos los niveles de nitrógeno en el agua y se conservan estables los parámetros fisicoquímicos (Avnimelech, 2009).

Cabe anotar que la producción de peces de cultivo en la subregión carece en su gran mayoría de sistemas tecnificados que cuenten con la asesoría técnica, gerencia y administración de personal profesional y con experiencia en el manejo de las novedosas tecnologías de producción acuícola, ayudando esto que haya una oferta poco competitiva, en calidad, precio, volumen y periodicidad escalonada de la misma, lo cual hace que los comercializadores tengan pocas posibilidades de abastecer sus requerimientos de productos acuícolas a través de los productores locales.

Por todo lo anterior podríamos decir que el trabajo se ubica en el eje de gestión e innovación de la extensión agropecuaria a realizar en la comunidad San José del León que busca mediante procesos pedagógicos asociados a tecnologías de innovación aplicadas a un sistema productivo acuícola, como lo es el sistema Biofloc y aireación constante, sistematizar estrategias de aprendizaje en la implementación de esta iniciativa generando un impacto de transferencia tecnológica, ambiental, productiva y social a la población en general y a las nuevas generaciones piscícolas.

3. Objetivos.

3.1. Objetivo general.

Identificar las estrategias didácticas y pedagógicas que nos permitan mejorar los procesos de aprendizaje en la implementación de un sistema acuícola súper-intensivo en San José De León – Mutatá – Antioquia.

3.2. Objetivos específicos.

Evaluar la percepción de satisfacción de los participantes de acuerdo a las estrategias pedagógicas y didácticas utilizadas para la transferencia de conocimiento en el sistema de producción súper-intensiva con tecnología Biofloc y aireación constante.

Determinar el grado de aceptabilidad de los ambientes de aprendizaje utilizado en los procesos de transferencia de conocimiento en las nuevas tecnologías de biofloc y aireación constante.

Analizar la incidencia de la edad y grado de escolaridad para seleccionar las estrategias pedagógicas a aplicar en el proceso de aprendizaje.

4. Marco teórico.

4.1. Sistemas de cultivo Semi-intensivo.

Es el sistema de cultivo más empleado en todo el país, ya que requiere de un área mínima rentable de espejo de agua de 0,5 hectáreas (Sisa-Ibarra & Palacios-Palacios, 2019). El sistema consiste en estanques en tierra empleados principalmente para la producción de cachama, tilapia y trucha, dentro de estos tanques se hace necesaria la fertilización inorgánica, el uso de alimento balanceado y se llevan a cabo recambios de agua entre el 5 y 15% (dependiendo de la especie cultivada); adicionalmente, el sistema de cultivo trabaja con densidades de peces entre 2 y 10 peces por m² y se obtienen tasas de mortalidad de alrededor del 20% (Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca AUNAP, 2013).

4.2. Sistemas de cultivo Súper-intensivos.

La Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca AUNAP (2013) define los cultivos super-intensivos como sistemas de cultivos cerrados donde se manejan densidades de peces altas (hasta 600 animales/m³ de agua) y requieren de recambio permanente de agua. Adicionalmente, para Sisa-Ibarra & Palacios-Palacios (2019), este tipo de cultivos dependen exclusivamente de alimento artificial con alto porcentaje de proteína (30-40%), lo que hace que los costos de producción y los costos de energía eléctrica para mantener estos cultivos sean demasiado altos, razón por la cual no se han comercializado en el país.

4.3. Tecnología Biofloc (BFT).

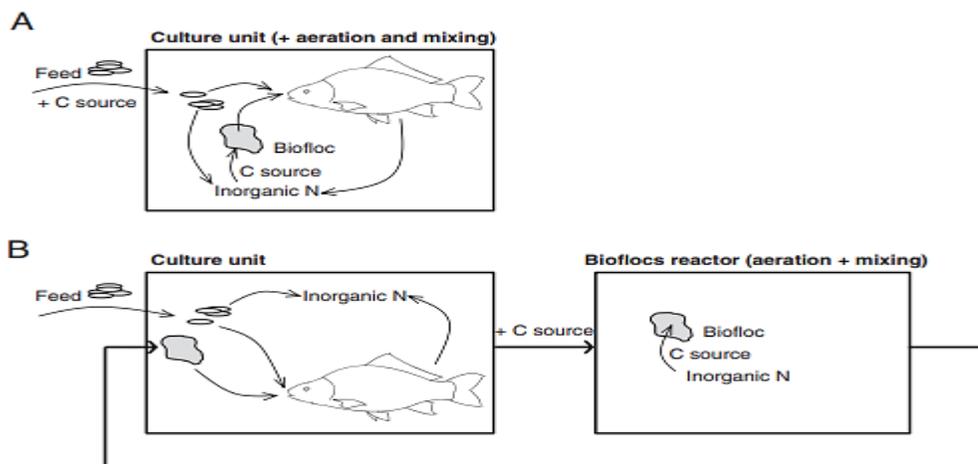
Avnimelech (2009) define la tecnología Biofloc como una forma alternativa de acuicultura que utiliza sistemas de microorganismos que aprovechan el amoníaco y otras fuentes de nitrógeno para producir biomasa, todo esto mediado por la adición de carbohidratos a los estanques de cultivo, trayendo consigo innumerables beneficios dentro de los que se encuentran la disminución del alimento añadido, la reducción en el agua utilizada, la disminución en la tasa de mortalidad y el aumento en la productividad de los estanques.

En adición a esto, Crab, Defoirdt, Bossier, & Verstraete (2012) estudiaron más a fondo los sistemas de producción acuícola empleando tecnología Biofloc y presentan en la Figura 1 dos tipos de sistemas de cultivo Súper-intensivo usando BFT. El sistema A integra los Biofloc dentro del

tanque de cultivo mediante el uso de un alimento con un porcentaje de nitrógeno relativamente bajo, donde se requiere la adición de una fuente de carbono. Dentro de este sistema los Biofloc consumen los residuos de Nitrógeno inorgánico junto con la fuente de carbono, produciendo biomasa, la cual es utilizada como alimento para los peces. En el sistema B se utiliza un reactor para la producción de los Biofloc, donde se vierte el agua residual del tanque de cultivo de los peces y se añade además una fuente de carbono; dentro del reactor se estimula el crecimiento del Biofloc para luego ser recirculado al tanque de cultivo o ser recolectado para ser utilizado como alimento complementario.

Figura 1.

Representación esquemática de los dos sistemas de cultivo con BFT. Tomado de: (Crab, Defoirdt, Bossier, & Verstraete, 2012).



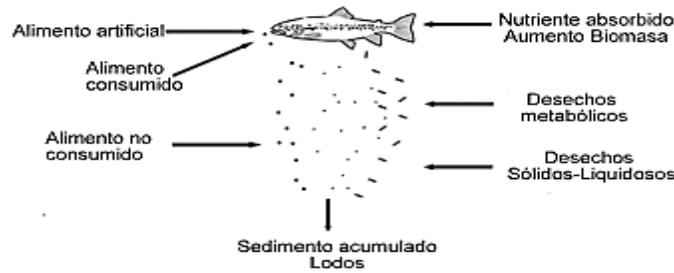
4.4. Ciclo del nitrógeno dentro del BFT.

El Nitrógeno es uno de los elementos que se presenta en mayor cantidad dentro de los ambientes acuáticos y este puede estar presente en muchas formas, pero de todas ellas las más perjudiciales para los peces son el Amoníaco (NH_3) y los nitratos (NO_3^-) ya que son tóxicos y limitan su crecimiento y desarrollo, aumentando en gran medida las tasas de mortalidad, por lo que es de vital importancia el removerlo de los sistemas de cultivo.

Teniendo en cuenta que la totalidad de los alimentos para peces contienen altos niveles de proteína, mucha de esta no es absorbida en su totalidad por los peces, y gran parte del nitrógeno se acumula en el agua en forma de alimento no consumido, desechos metabólicos y las heces de los peces (Nitrógeno no absorbido), tal y como se muestra en la Figura 2.

Figura 2.

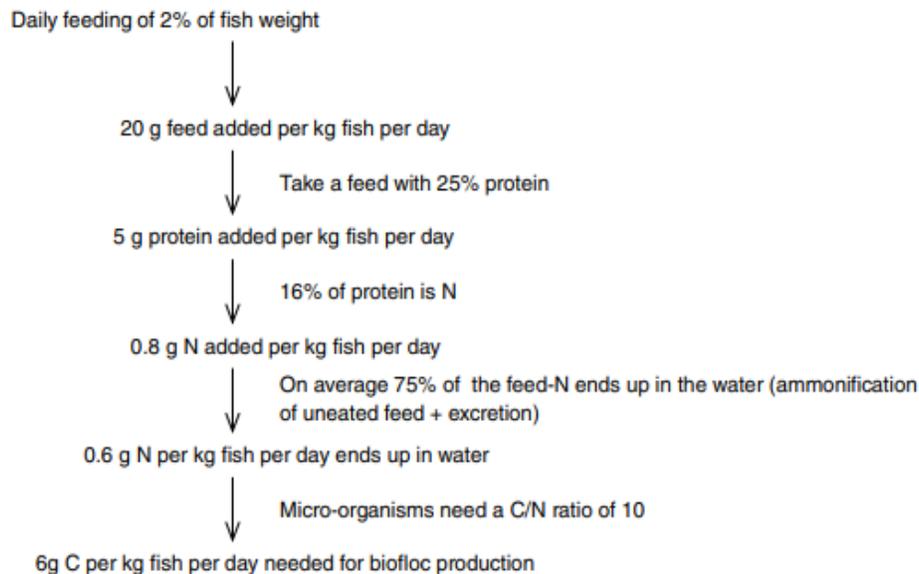
Ciclo del nitrógeno en el alimento de los peces. Tomado de (Sisa-Ibarra & Palacios-Palacios, 2019), Recopilado de: (Lekang, 2007).



De manera adicional Crab, Defoirdt, Bossier, & Verstraete (2012) llevaron a cabo en su estudio el cálculo esquemático de la cantidad de carbono diaria necesaria para eliminar el nitrógeno desperdiciado en los alimentos no consumidos y en la excreción de los peces, el esquema del proceso se muestra en la Figura 3.

Figura 3.

Cálculo esquemático de la cantidad de carbono diaria requerida para eliminar el nitrógeno desaprovechado. Modificado de (Crab, Defoirdt, Bossier, & Verstraete, 2012).

**4.5. Estrategias pedagógicas.**

Las estrategias pedagógicas son una serie de procedimientos que realiza el docente con la finalidad de facilitar la formación y el aprendizaje de los alumnos, mediante la implementación de métodos didácticos de los cuales ayuden a mejorar el conocimiento de manera que estimule el pensamiento creativo y dinámico del estudiante.

Una estrategia se refiere a la forma de dirigir una operación o situación, en donde es necesario desarrollar diferentes criterios que permitan tomar el control del asunto, el cual es necesario la implantación de reglas en la cual asegure tener el control de la situación mediante la toma de decisiones correctas en cada momento. Según Julio Orozco Alvarado (2016) en un artículo sobre las estrategias pedagógicas en la educación menciona lo siguiente: Las estrategias son un componente esencial del proceso de enseñanza-aprendizaje, son el sistema de actividades (acciones y operaciones) que permiten la realización de una tarea con la calidad requerida debido a la flexibilidad y adaptabilidad a las condiciones existentes. En la evaluación de un programa académico se debe valorar todas aquellas estrategias que en el programa promueven, facilitan y estimulan el aprendizaje y, por supuesto, sus contextos de interacción pertinentes. Bastida J. (2015) afirma: Los alumnos deben reconocer el trabajo de los docentes, debido al aporte significativo que tienen las estrategias pedagógicas en las actividades curriculares, para estimular el aprendizaje cognoscitivo del estudiante, debido a esto, ellos pueden interactuar de manera libre, así mismo adquirir experiencia en la investigación y trabajo grupal y aprender a socializar con sus demás compañeros, estas estrategias tienen como finalidad potenciar el rendimiento académico de los alumnos. La importancia de la elaboración de estrategias pedagógicas consiste en la mayor claridad del conocimiento en los estudiantes que se puede adquirir mediante su implementación, por ende, también le permite al maestro hacer un análisis sobre el comportamiento de cada uno de ellos, en donde le permitirá saber que métodos de enseñanza puede aplicar para elevar la capacidad participativa del estudiante. En un estudio realizado sobre las estrategias pedagógicas en el ámbito educativo en donde, Camacho Caratón (2012), señala que las estrategias “No una acción, sino un conjunto de acciones son las que están presentes en una estrategia pedagógica, pues de lo contrario en vez de una estrategia, lo que se tendría, es una actividad”. En referencia al texto que se encuentra en el párrafo anterior, los autores expresan que una estrategia son un conjunto de acciones que tienen un determinado propósito, el cual es mejorar el aprendizaje educativo y crecimiento cognoscitivo del alumno. Los tipos de estrategias pedagógicas que se utilizan para la comprensión del término pedagógico son las siguientes:

- Estrategias Cognitivas

- Estrategias Meta-cognitiva

- Estrategias Lúdicas

- Estrategias Tecnológicas
- Estrategias Socio-Afectiva

4.6. Estrategias cognitivas.

Las estrategias cognitivas se definen como el conjunto de estrategias de procesamiento dirigidas a la codificación, comprensión, retención y reproducción de la información, es decir, son los procesos por medio de los cuales se obtienen nuevos conocimientos (Muñoz, 2008). Adicionalmente, Serrano & Barradas (2006) y Muñoz (2008) mencionan algunas estrategias cognitivas aplicables a procesos de aprendizaje, el resumen se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2.

Descripción de algunas estrategias cognitivas aplicadas a procesos de aprendizaje. Modificado de Serrano & Barradas (2006).

Estrategia	Descripción
Inferencia inductiva	Hacer uso de conocimientos previos, como conceptos.
Razonamiento deductivo	Es una estrategia de solución de problemas haciendo uso de patrones y organización para construir y entender el tema.
Práctica	Contribuyen al almacenamiento y retención de los conocimientos, mediante la experimentación, la prueba y error y la repetición.
Memorización	Es la retención de conocimientos mediante la revisión de conceptos mediante la lectura repetitiva.
Monitoreo	El propio alumno revisa que su aprendizaje se esté llevando a cabo de manera eficiente mediante una autoevaluación.
Contextualización	Encadenar secuencias de palabras con el fin de contextualizar una idea o frase que tenga sentido.
Toma de notas	Escribir la idea principal, puntos centrales o un resumen de la información que se desea aprender
Agrupamiento	Clasificar u ordenar material para aprenderse con base a sus temas en común

4.7. Estrategias meta-cognitivas.

Muñoz (2008) define las estrategias cognitivas como el conjunto de estrategias que permiten al estudiante tener la capacidad de planificar, regular, observar y modificar sus propios procesos cognitivos, es decir, el estudiante planea su propio aprendizaje seleccionando y dando prioridad a ciertos aspectos del tema a estudiar. Adicionalmente, dichas estrategias constan de dos dimensiones: una dimensión cognoscitiva, relacionada con el conocimiento sobre sí mismo y una

dimensión autorreguladora, que se refiere a la regulación de la propia actividad de adquisición de conocimiento.

En relación a esto, Serrano & Barradas (2006) establecen algunas estrategias de aprendizaje basadas en este principio (ver Tabla 3).

Tabla 3.

Descripción de estrategias meta-cognitivas para los procesos de aprendizaje. Modificado de Serrano & Barradas (2006).

Estrategia	Descripción
Atención dirigida	Consiste en decidir por adelantado realizar una tarea de aprendizaje en general
Atención selectiva	En contraste con la atención dirigida, consiste en decidir por adelantado la tarea de aprendizaje teniendo en cuenta detalles específicos que permitan cumplir el objetivo de la tarea.
Autoadministración	Consiste en detectar las condiciones favorecen y facilitan el proceso de aprendizaje
Autoevaluación	Consiste en verificar el éxito del aprendizaje según los parámetros impuestos por el mismo estudiante.

4.8. Estrategias lúdicas.

Chi-Cauich (2018) define las estrategias lúdicas como un conjunto de actividades educativas constituidas por juegos, dinámicas de grupo, empleo de dramas, juegos de mesa, etc., que son utilizadas por los docentes para reforzar los aprendizajes, conocimientos y competencias de los alumnos dentro o fuera del salón de clases. En adición, para Góngora & Cu-Balan (2007) la inclusión de estrategias lúdicas a los procesos de aprendizaje mejoran las relaciones humanas y sociales de los estudiantes, además de aumentar la motivación y la participación en clase.

4.9. Estrategias tecnológicas.

Las estrategias tecnológicas se definen como aquellas que adoptan, ejecutan y usan la tecnología para el diseño de políticas, planes y acciones que conducen al desarrollo de los procesos de aprendizaje de un grupo de estudiantes. En este sentido, la informática y la tecnología han mejorado en gran medida los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la incorporación de las TICs (Tecnologías de información y comunicación), las cuales han apuntado a los procesos metodológicos desarrollando softwares educativos, escenarios virtuales de aprendizaje y

generando plataformas que ayudan al control y gestión de los procesos académicos (Cevallos, 2020).

4.10. Estrategias socio-afectiva.

Las estrategias socio-afectivas son aquellas que se refieren a las emociones, actitudes, motivaciones y valores como factores que influyen directamente en el proceso de aprendizaje, incluyendo estrategias como la comunicación entre individuos, bajar la ansiedad, animarse a sí mismo, entre otras que ayudan al estudiante en el proceso de práctica (Lobo, 2007). Adicionalmente, para Mansilla & González-Davies (2017) las emociones y la motivación pueden facilitar el uso de las estrategias cognitivas e influyen sobre la creatividad, por lo que su inclusión dentro de los procesos de aprendizaje debe ser de vital importancia, ya que un estudiante desmotivado o con estado de ánimo bajo no rinde de manera correcta e imposibilita el desarrollo de las clases. En relación con esto, en la Tabla 4 se presentan algunas estrategias socio-afectivas propuestas por Lobo (2007) y Serrano & Barradas (2006).

Tabla 4.

Descripción de algunas estrategias de aprendizaje socio-afectivas. Modificado de: Lobo (2007) y Serrano & Barradas (2006).

Estrategia	Descripción
Cooperación	Se trata de realizar trabajos con uno o más compañeros con el objetivo de obtener retroalimentación.
Aclarar dudas	El estudiante busca respuestas con sus compañeros o profesores.
Bajar la ansiedad	Consiste en el uso de actividades relajantes como escuchar música o la risa para bajar los niveles de ansiedad.
Animarse a sí mismo	Consiste en que el estudiantes se plantee objetivos y recompensas por alcanzarlos así como hacer juicios de valor positivos de sí mismo.
Tomar la temperatura emocional	Consiste en que el estudiante reconozca las sensaciones de su cuerpo y discutir sus emociones con otros compañeros.

5. Metodología.

5.1. Área de estudio.

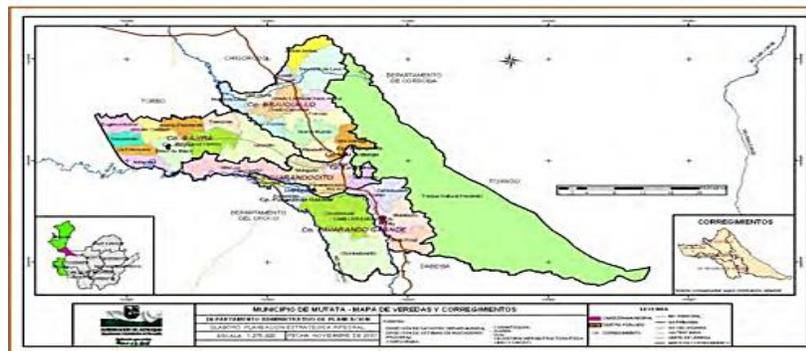
Mutatá es un municipio de Colombia, localizado en la subregión de Urabá, en el departamento de Antioquia. Limita por el norte con los municipios de Turbo y Chigorodó, por el este con el departamento de Córdoba y el municipio de Ituango, por el sur con el municipio de Dabeiba y por el oeste con el departamento del Chocó. Dista 270 km de la capital Medellín y tiene una extensión de 1.108 kilómetros cuadrados (PMGRD, 2012).

Toda esta zona posee un gran valor estratégico, y con la mejoría en las vías de comunicación desde y hacia Medellín, que permiten una mejor infraestructura de carga y turismo para la región, se están viendo mejores días, pues siempre ha sido y ahora se ha reafirmado como zona de alto valor estratégico para Colombia entera (PMGRD, 2012).

Posee 4 corregimientos, Pavarandó Grande, Pavarandocito y Bejuquillo, y 50 veredas entre ellas Malvinas, Caucheras, Zurrumbas, Leoncito, Chontadural, La Selva, Nuevo Mundo y Porroso, entre otras (PMGRD, 2012).

Figura 4.

Veredas del municipio de Mutatá. Fuente Atlas Veredal de Antioquia 2008.



La vereda San José del León se encuentra ubicada en el corregimiento de Bejuquillo del municipio de Mutatá aproximadamente a 30 kilómetros del casco urbano de Mutatá, los cuales se comunican por vía secundarias (placa huella) y el acceso a señal telefónica e internet es casi nula. En el año 2017 llegaron a esta comunidad 58 excombatientes de las FARC EP provenientes del ETCR El Gallo (Tierra Alta – Córdoba), quienes en su afán por construir una vida digna y en legalidad decidieron abandonar el ETCR dado que allí no se brindaban garantías para la

implementación de proyectos productivos y el futuro era incierto. La necesidad de implementar proyectos e iniciativas productivas para generar recursos para comercialización y autoconsumo los llevó a radicarse en la finca El Descanso perteneciente en la vereda San José de León, la cual pertenecía a un tercero pero que con el tiempo se negoció y se pudo comprar con los recursos que cada excombatiente aportó para la construcción de un futuro. Este cuenta con un gran potencial para desarrollar actividades encaminadas a todo lo relacionado con el campo, aunque las actividades agropecuarias que se desarrollan son muy pocas en cuanto a la producción animal. Normalmente este ha sido un espacio que se ha enfatizado de manera intensiva a la producción de banano, yuca, plátano y palma de aceite y no se cuenta con espacios para otros sistemas productivos y de innovación como el sistema Biofloc (BFT) y aireación constante en el sector piscícola.

El punto que las personas en proceso de reincorporación eligieron fue estratégico ya que se trataba de un lugar con acceso al recurso hídrico (río León y varias quebradas) y la cercanía a vías principales (carretera Mutatá – Chigorodó) para la comercialización de productos y el tránsito de la comunidad. Actualmente, la vereda ha alcanzado un nivel alto de desarrollo, contándose con alumbrado público de EPM, varios proyectos productivos (principalmente piscicultura), alcantarillado y placa huella para el ingreso de vehículos.

Para impulsar la reincorporación económica y social, el colectivo de San José de León creó en el año 2018 la Cooperativa Multiactiva la Fortuna de Mutatá–COOFORTUNA, a partir de la cual se han gestionado algunos proyectos productivos como la piscicultura, aves de postura, cerdos y algunos cultivos de pan coger, inicialmente para la seguridad alimentaria y, en segunda medida, para la comercialización.

5.1.5.2. Tipo de investigación.

Se realizará un proyecto de extensión con metodología de investigación participativa de tipo descriptivo, puesto que se estará implementando el enfoque propuesto por Colmenares (2012), que se basa en la extensión participativa, de acuerdo con las necesidades del productor, desarrollando encuentros presenciales con estos, bajo el modelo de capacitación en formación complementaria orientadas al uso de nuevas tecnologías en el área acuícola con una intensidad horaria de 160 horas, con encuentros de 2 a 3 veces por semana mediante una relación horizontal de diálogo de saberes con investigadores y acuicultores sobre transferencia de conocimiento bidireccional, aprendiendo en equipo y fortaleciendo las capacidades de cada acuicultor que

participe de los procesos de formación del proyecto. Este modelo permite que los acuicultores fortalezcan habilidades y competencia en el manejo de las nuevas tecnologías (Biofloc y aireación constante), buscando un objetivo común: el desarrollo de la economía familiar y el mejoramiento de la calidad de vida.

5.2.5.3. Población.

La población total de la vereda San José del León cuenta con 414 habitantes, nuestra muestra poblacional objeto corresponde a 83 productores acuícolas de los cuales 58 son excombatientes de las FARC EP provenientes del ETCR El Gallo (Tierra Alta –Córdoba) y 25 son miembros nativos de la comunidad de San José del León. Esta comunidad en general se encuentra en un 80 % a nivel de escolaridad primaria y un 20 % por lo menos ha cursado un grado de secundaria.

5.3.5.4. Fase 1 – Fase de campo.

Se realizó una reunión con todos los integrantes de la cooperativa y los líderes de la comunidad. En esta reunión se socializó la necesidad de capacitar y fortalecer las competencias y habilidades en el uso de nuevas tecnologías aplicadas en sistemas acuícolas en San José del León. Es aquí cuando la comunidad expresa la construcción de un cronograma participativo donde se define día, hora y lugar donde se llevarán a cabo las capacitaciones propuestas.

5.4.5.5. Fase 2 – Aplicación de las estrategias de enseñanza.

Mediante encuentros comunitarios participativos e inclusivos con las diferentes fuerzas vivas del territorio, entre ellas; la Cooperativa Multiactiva la Fortuna de Mutatá – COOFORTUNA, las Juntas de Acción comunal, la población local y las diferentes instituciones que tienen acciones en el territorio, como la Agencia para la Reincorporación y la Normalización del Gobierno de Colombia (ARN), se realizaran capacitaciones, las cuales están centradas en la construcción de autonomía para garantizar la calidad de la formación por competencias, el aprendizaje por proyectos y el uso de técnicas didácticas activas que estimulen el pensamiento para la resolución de problemas simulados y reales. Asimismo, días de campo, soportados en la utilización de tecnologías y comunicaciones integradas, en ambientes abiertos, que en todo caso recrean el contexto productivo y vinculan al productor con la realidad cotidiana. Además, se llevarán a cabo cartillas, talleres, conversatorios o coloquios, encuestas semiestructuradas sobre el conocimiento

que actualmente tienen los productores (ex/ante), demostraciones de métodos en campo y una evaluación ex/post, para conocer que tantos conocimientos adquirieron.

6. Resultados y análisis.

6.1. Fase 1 – Fase de Campo.

Durante las reuniones llevadas a cabo en fase de campo se pudieron conocer las opiniones e inquietudes de la población objetivo del estudio, logrando un acercamiento más a detalle entre los investigadores-extensionistas y la comunidad; Además, se revisaron los métodos y técnicas empleadas por los piscicultores de la vereda San José del León.

De acuerdo con los resultados obtenidos durante la experiencia se diseñaron las estrategias de enseñanza a aplicar durante el proceso. Debido a que la gran mayoría de los productores que participaron en el proceso poseían un nivel de escolaridad bajo y que durante la revisión de sus unidades productivas se pudo evidenciar que sus conocimientos en acuicultura eran totalmente empíricos se optó por la aplicación de estrategias y actividades de aprendizaje que facilitarían la adquisición de conocimientos por parte de los productores, teniendo en cuenta todos los hallazgos encontrados durante la fase de campo.

Adicionalmente, durante esta fase se llevó a cabo una encuesta de caracterización a los participantes, con el objetivo de conocer su edad, nivel de estudios y experiencia asociada a la acuicultura. Los resultados de las encuestas se presentan en las Figuras 5, 6 y 7.

Figura 5.

Rango de edades de los participantes. Fuente: elaboración propia.

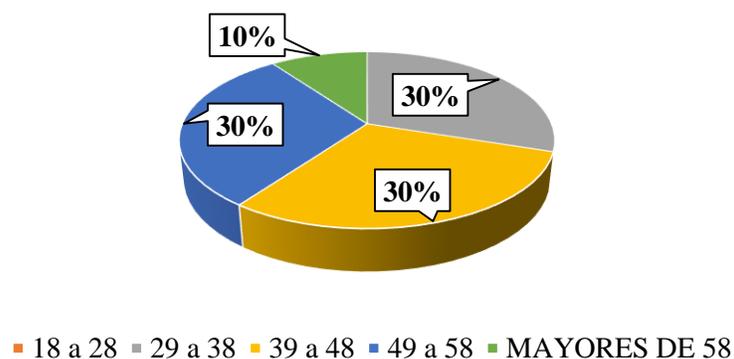
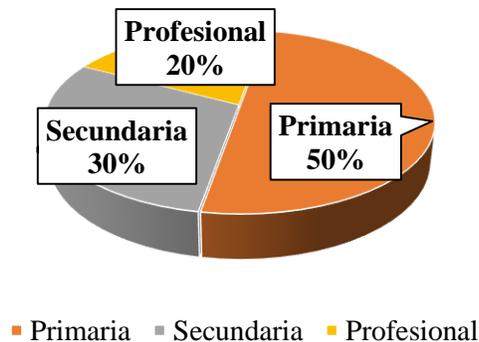
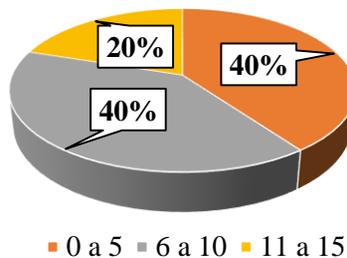


Figura 6.

Nivel de escolaridad de los participantes. Fuente: elaboración propia.

**Figura 7.**

Nivel de Experiencia de los participantes (años). Fuente: Elaboración propia.



De acuerdo a la Figura 5, las edades promedio de los participantes que asistieron a la transferencia de conocimiento en la implementación de nuevas tecnologías basadas en sistema Biofloc y aireación constante se encuentran entre las edades de 29 a 58 años, lo que deja en evidencia la resistencia de los jóvenes rurales el poco interés de participar en las actividades del sector agropecuario y en particular la actividad piscícola.

Resultados que coinciden con los datos estadísticos del DANE (2015), en su más reciente encuesta nacional agropecuaria realiza las características de los productores/as residentes teniendo en cuenta su sexo y la edad, cuyo resultado refleja que el 6.1% de los pobladores son jóvenes entre 14 y 24 años, 69.4% de los habitantes rurales están en un rango de edad que oscila entre los 25 y 64 años, el 18.1% se encuentra entre los 65 a 80 años o más. Las evidencias demuestran que los jóvenes no quieren vivir y trabajar en el sector rural.

De acuerdo a los resultados presentados en la Figura 6 se puede evidenciar que el 50% de ellos tiene por lo menos un grado de escolaridad en básica primaria, un 30% por lo menos un grado de básica secundaria y el 20% de los encuestados tienen un nivel profesional ya que hacen parte del equipo de trabajo de apoyo o acompañamiento a estas comunidades por parte de entidades gubernamentales, a diferencia del 80% de los participantes que son nativos de zonas rurales con vocación agropecuaria y con más de tres años en las labores piscícolas.

Tal como lo resalta Hernández (2018), las brechas se ven reflejadas en los años de oportunidad de escolaridad de los estudiantes del sector urbano representado en 9.6 años, frente a 5.5 años, para los estudiantes del sector rural; de otro lado, el 13, 8% de los niños entre los 12 a los 15 años no asisten a la escuela. Esta situación se da por la necesidad de asumir labores y trabajos del campo para la subsistencia de la familia, por la falta de oferta educativa de calidad para los niveles de preescolar y educación media, y falta de docentes preparados y con voluntad de ejercer su labor en las zonas rurales. Estos factores, entre otros, según Gutiérrez (2019), permiten afirmar que del 100% de los niños que anualmente no asisten a la escuela en Colombia, el 70% son de sector rural.

Esto último, se puede corroborar observado los resultados mostrados en la Figura 7, donde se muestra que el 60% de los encuestados poseen más de 5 años de experiencia en las actividades de acuicultura, lo que da a entender que muchos de ellos adquirieron sus conocimientos de manera empírica y no a través de estudios, ya sean técnicos, tecnólogos o profesionales.

6.2. Fase 2 – Aplicación de las estrategias de enseñanza.

Teniendo en cuenta lo anterior, se probaron 3 estrategias de enseñanza-aprendizaje, cada una enfocada en el fortalecimiento y la utilización de distintas competencias y habilidades por parte de los participantes, además, se estableció una comparación de los resultados obtenidos y se llevó a cabo una encuesta guiada para conocer las opiniones de los participantes ante cada estrategia aplicada y ante el plan utilizado.

6.2.1. Actividades lúdicas.

Para esta estrategia se desarrollaron actividades enfocadas en la participación de los integrantes del estudio, donde se presentaban problemáticas relacionadas con el uso de las

tecnologías Biofloc y se analizó el comportamiento de cada integrante ante dicha problemática y su interacción con los respectivos compañeros; además, se realizaron juegos de memoria y coordinación con el objetivo de potenciar las habilidades blandas de los participantes.

Durante la realización de dichas actividades lúdicas se pudo observar que todos los participantes poseían una buena capacidad para la solución de problemas, así como las habilidades y competencias necesarias para afrontar retos y desafíos, esto puede estar principalmente asociado a la gran cantidad de experiencia que han adquirido a través de los años al ejercer la acuicultura de manera tradicional y sin ningún tipo de apoyo tecnológico, lo cual potenció en gran medida sus capacidades de resolución de problemas. Referente a la capacidad de trabajo en equipo se pudo observar que los participantes se ajustaron a los roles asignados, colaborándose entre sí y permitiendo el desarrollo de cada una de las actividades sin inconvenientes mayores, esto puede estar relacionado con el hecho de que todos los productores son pertenecientes a la misma comunidad, lo que permitió un mejor trabajo en equipo al tener relaciones base de confianza.

6.2.2. Clases magistrales.

Para la estrategia de las clases magistrales básicamente se diseñaron y se llevaron a cabo un total de x lecciones enfocadas principalmente al uso, mantenimiento y las ventajas de la tecnología Biofloc en comparación con la metodología tradicional llevada a cabo por los acuicultores participantes. Para la planeación de las clases se realizó una revisión teórica de la tecnología Biofloc, presentando a los participantes toda la información necesaria, conocimientos y técnicas de esta tecnología, así como sus métodos de aplicación y mantenimiento; adicionalmente, las clases fueron impartidas en un ambiente donde se facilitara la participación y la resolución de inquietudes y preocupaciones.

Como material de apoyo se utilizaron recursos audiovisuales para presentar de manera más eficiente los temas impartidos en las clases, así los participantes lograron ver como es el proceso de producción acuícola usando tecnología Biofloc. Sin embargo, pese a que las clases se desarrollaron de manera correcta y sin inconvenientes, esta estrategia no fue la más eficaz a la hora de adquirir conocimientos por parte de los participantes, ya que los temas no se asimilaban de manera correcta y se generaban dificultades a la hora de aprender, esto principalmente es debido a dos razones, una es el bajo nivel de escolaridad de los participantes, los cuales solo terminaron la

secundaria y en algunos casos la primaria, y el hecho de tener clases magistrales después de tanto tiempo representa un cambio no natural en su modo de aprendizaje y la segunda razón es que principalmente el método de aprendizaje de los participantes es la experiencia, ya que todos sus conocimientos desarrollados hasta la fecha son el resultado de esta, por lo que un enfoque netamente teórico no es la manera correcta de abordar la extensión.

6.2.3. Visitas de campo.

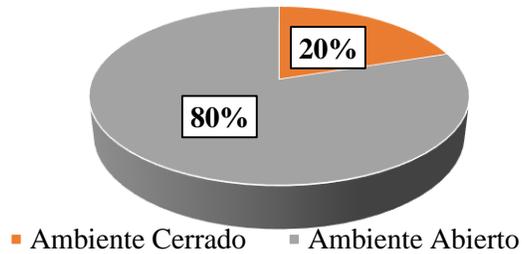
Para el desarrollo de esta estrategia se programaron un total de 3 visitas a unidades productivas de la región que contaban con la aplicación de la tecnología Biofloc. Durante este proceso los participantes observaron de primera mano todo el proceso de aplicación de esta tecnología a la producción acuícola, entrando en contacto directamente con esta y experimentando cada una de sus etapas; además de esto, los participantes pudieron realizar la comparación entre la técnica tradicional empleada por ellos mismos y la técnica aplicando Biofloc, evidenciando sus ventajas.

Adicionalmente, cada uno de los encargados de las visitas brindó información valiosa y consejos a los productores, los cuales pudieron solucionar todas sus dudas e inquietudes con los expertos en el tema de las tecnologías Biofloc, traduciéndose en una experiencia enriquecedora para los participantes. En consecuencia, tal y como se esperaba esta estrategia fue la que mejor aceptación tuvo por parte de los participantes, los cuales se mostraron muy interesados en la aplicación del Biofloc y la mejora en sus procesos de producción.

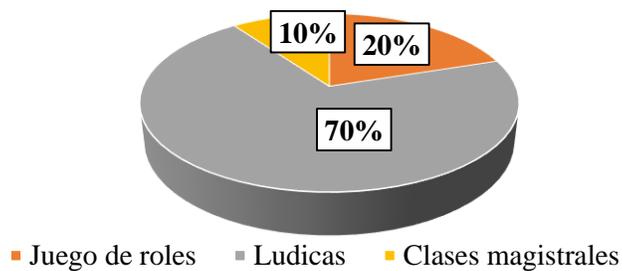
Finalmente, se realizó una encuesta guiada para conocer las opiniones y expectativas de los participantes ante cada una de las estrategias planteadas, donde se obtuvieron los resultados presentados en las Figuras 8, 9 y 10.

Figura 8.

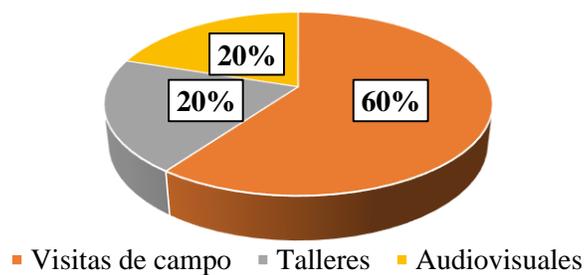
Comportamiento del Ambiente de Aprendizaje. Fuente: elaboración propia.

**Figura 9.**

Estrategias pedagógicas utilizadas. Fuente: elaboración propia.

**Figura 10.**

Actividades utilizadas en el aprendizaje. Fuente: elaboración propia.



Teniendo en cuenta los resultados de la encuesta realizada a los participantes en la transferencia de conocimiento en nuevas tecnologías en sistemas de Biofloc y aireación constante se puede resaltar la importancia del uso de las estrategias pedagógicas, los ambientes de aprendizajes y la utilización de herramientas o actividades didácticas de acuerdo a la población

objeto y temática a desarrollar, es así, que para el caso de este estudio se obtuvieron los siguientes resultados; que los ambientes abiertos tienen mejor aceptación por parte de los participantes, toda vez que, al facilitador se le permite interactuar con los recursos disponibles del entorno para facilitar la transferencia del conocimiento y de igual manera la recepción de los participantes, que de manera simple relacionan los nuevos conceptos con las actividades del día a día realizadas por ellos.

Por otra parte, se encontró que la lúdica como herramienta de estrategia pedagógica les permitió y sirvió como conector del trabajo colectivo entre los participantes y el facilitador por medio de juegos didácticos que asociaban conceptos propios de la temática teórico – práctico, de igual manera, los juegos de roles y las clases magistrales tuvieron menos aceptación por los participantes sin decir con ello que no hayan contribuido a la formación y a los objetivos esperados en el proceso pedagógico.

Por su parte las visitas a campo contribuyeron en mayor proporción al afianzamiento de los conocimientos adquiridos dentro del proceso de capacitación ya que evidenciaron de manera real todos y cada uno de los conceptos teóricos asociados a la implementación del sistema Biofloc y aireación constante, y logro motivarlos en la implementación de manera colectiva e individual en sus proyectos productivos piscícolas.

6.3. Lecciones aprendidas.

En esta investigación se pudo identificar algunos componentes que facilitaron el proceso y otros que dificultaron la ejecución de las capacitaciones para la implementación de nuevas tecnologías en el sistema Biofloc y aireación constante en la comunidad de San José del León ubicada en el municipio de Mutatá.

Entre los componentes que facilitaron el proceso se tiene que:

- Para este tipo de población prefieren trabajar en ambientes de aprendizajes abiertos, ya que les permitan a los participantes interactuar con su entorno, favoreciendo la apropiación del conocimiento y el proceso enseñanza – aprendizaje.
- La estrategia de aprendizaje lúdica se convirtió en una herramienta propicia y persuasiva para mejorar la interacción entre el facilitador y los participantes, que por su

naturaleza y nivel académico se le hace más fácil apropiarse de los conocimientos y expresar sus puntos de vistas.

- El reconocimiento de parte de los profesionales facilitadores al conocimiento y habilidades de los participantes como insumo en la construcción de confianza, frente a las nuevas tendencias del sector; y su receptividad frente a la metodología flexible, lúdica, pedagógica que se planteó en el desarrollo de la ejecución.
- El aprendizaje empírico adquirido por sus años de experiencia les permitió identificarse plenamente con las visitas de campo, ya que a través de ellas relacionaron los conceptos teóricos suministrados por el facilitador confrontados con proyectos exitosos.

Por otra parte, entre los factores más importantes que dificultaron el desarrollo de la capacitación se tiene que:

- El débil compromiso inicial de los participantes; con ello nos referimos a los participantes excombatientes de las FARC - EP, aspecto que consideramos estratégico a reforzar para facilitar la construcción de confianza y el desarrollo satisfactorio de las capacitaciones.

A pesar de ser una experiencia inicial y por sus características, se puede decir que funcionó y que hay aspectos que ajustar e incluso simplificar, tales como reducir el número de reuniones grupales, involucrar en mayor número habitantes de la zona asociadas al sector agropecuario ajeno a la actividad piscícola, utilizar algunas estrategias de comunicación adicionales a las ya existentes, entre otras.

Ambos componentes permitieron identificar lecciones aprendidas para futuras capacitaciones en comunidades con características similares y que creemos pueden ser de utilidad a otros extensionistas involucrados en capacitaciones, en especial dentro del ámbito del sector agropecuario.

7. Conclusiones.

De acuerdo a las experiencias recolectadas en la aplicación de estrategias pedagógicas en la implementación de nuevas tecnologías en sistema de Biofloc y aireación constante en la comunidad de San José del León del municipio de Mutatá se puede concluir que:

- ✓ La identificación de las estrategias de aprendizaje nos permitió reflexionar sobre los estilos de aprendizajes y la importancia de identificar el estilo y ritmo de aprendizaje de cada individuo o grupo de individuos, de acuerdo a esto se aplica una metodología y estrategia pedagógica que busca avanzar y enriquecer el proceso de los participantes.
- ✓ La caracterización de la población nos permitió seleccionar de manera pertinente las estrategias y actividades a desarrollar de acuerdo a estilo, ritmo y ambiente de aprendizaje.
- ✓ El reconocimiento de saberes previos nos sirvió como insumo para diseñar y planear las actividades y estrategias a aplicar.
- ✓ Los instrumentos utilizados para realizar la sistematización fueron pertinentes, ya que, nos permitieron conocer las estrategias pedagógicas con mayor impacto en comunidades rurales y en poblaciones en proceso de reintegración a la vida civil.

8. Recomendación general.

Es importante destacar la iniciativa de sistematizar las experiencias que se ejecutan en los programas de extensión rural llevados a cabo en el presente trabajo, sobre todo en el conjunto de estrategias pedagógicas aplicadas en comunidades rurales. No resulta una tarea muy usual debido a la baja implementación de dichas estrategias en la transferencia de conocimientos, por lo que se recomienda que las estrategias de aprendizaje deben ser implementadas desde la planificación de los programas de extensión rural, ya que se ha demostrado estas estrategias favorecen el proceso de adquisición de conocimientos y competencias, lo que trae como resultado la transferencia de conocimientos sea eficiente y sostenible en el tiempo, por lo que creemos que será un aporte relevante para los futuros extensionistas y profesionales en el área pedagógico.

9. Reflexión.

La sistematización de las experiencias en la aplicación de estrategias de aprendizajes debe ser un instrumento básico de consulta por parte de los extensionistas, ya que, nos permitieron conocer las estrategias pedagógicas con mayor impacto en comunidades rurales y a poblaciones en proceso de reintegración a la vida civil.

Bibliografía

- Avnimelech, Y. (2009). *Biofloc Technology – A practical Guide Book*. The World Aquaculture Society. 272 pp.
- Ariza, F. G., & Mujica, E. (2019). Tecnología Biofloc (BFT), una alternativa sostenible para el desarrollo de la acuicultura: Una revisión. *Revista Ingeniería y Región*, 21.
- Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca AUNAP . (2013). *Diagnóstico del estado de la acuicultura en Colombia*. Bogotá, Colombia.
- Benavides L. y López W. (2012). *Evaluación del efecto del Biofloc en la producción de alevinos de cachama blanca (Piaractus brachypomus) en condiciones de laboratorio*. Tesis de pregrado. Programa de Ingeniería en Producción Acuícola, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. 142 p. Disponible en <http://sired.udenar.edu.co/3330/>. Citado 20/07/2021.
- Bossier, P., & Ekasari, J. (2017). Biofloc technology application in aquaculture to support sustainable development goals. *Microbial Biotechnology*, 10(5), 1012-1016.
- Bru, S. (2016). *Cultivo en suspensión activa (Bioflocs): Desempeño productivo del cultivo de cachama blanca Piaractus brachypomus, tilapia nilótica Oreochromis niloticus, alimentadas con proteína de origen vegetal y composición nutricional del biofloc*. Tesis de Maestría. Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 79 p.
- Bru, S., Pertúz, V., Ayazo, J., Atencio, V. y Pardo, S. (2017). Bicultivo en Biofloc de cachama blanca *Piaractus brachypomus* y tilapia nilótica *Oreochromis niloticus* alimentadas con dietas de origen vegetal. *Rev Med Vet Zoot* 64 (1): 44-60.
- Caceres, D. (2006). Dos estrategias de articulación entre técnicos y pequeños productores. Diferentes enfoques metodológicos y tecnológicos. En *Cuadernos de Desarrollo Rural* (págs. 59 - 99).
- Cevallos, H. V. (2020). Estrategias tecnológicas y metodológicas para el desarrollo de las clases online en instituciones educativas. *Conrado*, 16(75), 259-265.
- Chi-Cauich, W. R. (2018). Estudio de las estrategias lúdicas y su influencia en el rendimiento académico de los alumnos del Cacyte Pomuch, Hecelchakán, Campeche, México. *I.C. Investig@cción*(14), 70-80.
- Coelho, M. G., Martínez, L. R., Martínez-Porchas, M., & Miranda-Baeza, A. (2017). Biofloc Technology (BFT): A tool for water quality management in aquaculture. *Water Quality*.
- Collazos-Lasso, L. y Arias-Castellanos, A. (2015). Fundamentos de la tecnología biofloc (BFT). Una alternativa para la piscicultura en Colombia. Universidad de Los Llanos Meta, Colombia. *Una revisión Orinoquia*, vol. 19, núm. 1, 2015, pp. 77-86.

- Colmenares, A. (2012). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación*, Vol. 3, No. 1, 102-115 ISSN: 2215-8421
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P., & Verstraete, W. (2012). Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, 351-356.
- DANE. (2015) Encuesta Nacional Agropecuaria
- FAO, (2018). Acuicultura. Disponible en <http://www.fao.org/aquaculture/es/> Citado 20/07/2021.
- Góngora, L. C., & Cu-Balan, G. (2007). Las estrategias de enseñanza lúdicas como herramienta de la calidad para el mejoramiento del rendimiento escolar y la equidad de los alumnos del nivel medio superior. *Congreso Iberoamericano de Eficacia Escolar y Factores Asociados*, 5(5).
- González, E. (2017). *Impacto ambiental de la acuicultura intensiva en los componentes agua y sedimento en el lago Guamuez, Nariño*. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. 2017. 151 p. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59203>. Citado 20/07/2021
- Gutiérrez, Laura. (2019) La educación: un grave problema de la ruralidad colombiana. Universidad de los Andes. Tomado de: <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2019/04/03/la-educacion-un-grave-problema-de-la-ruralidad-colombiana/>
- Hernández, Juan. Mayo del 2018. La difícil situación de las escuelas rurales en Colombia. Diario el espectador. Tomado de: <https://www.elespectador.com/colombia2020/territorio/la-dificil-situacion-de-lasescuelas-rurales-en-colombia-articulo-856698>
- Hernández, L., Londoño, J., Hernández, K. y Torres, L. (2019). Los sistemas biofloc: una estrategia eficiente en la producción acuícola. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 14(1), 70-99. Disponible en <https://doi.org/10.21615/cesmvz.14.1.6>. Citado 20/07/2021.
- Lekang, O.-I. (2007). *Aquaculture Eginneering* (2nd ed.). Oxford: WiLEY-Blackwell.
- Lobo, E. Z. (2007). Las estrategias socio-afectivas y su efecto motivador en situaciones de aprendizaje de una lengua extranjera. *Paradigma*, 8(2), 181-196.
- Mansilla, D., & González-Davies, M. (2017). El uso de estrategias socioafectivas en el aula virtual de traducción: una propuesta didáctica. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 11(2), 251-273.
- Mendez. (2012). Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales. Editorial Limusa. México.
- Merino, M., Salazar, G. y Gómez, D. (2006). Guía práctica de piscicultura en Colombia, Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. República de Colombia. Bogotá DC. Disponible en <http://aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/04/Guia-Practica-de-Piscicultura-en-Colombia.pdf> Citado 20/07/2021.

- Muñoz, I. B. (2008). *Las WebQuest en el espacio europeo de educación superior (EEES). Desarrollo y evaluación de competencias con TICs en la universidad*. Castelló de la Plana, España: Universitat Jaume I.
- Palma, L., Ordoñez, K. y Ordoñez, A. (2018). Aplicación de la técnica de Biofloc, usando sustratos naturales, y Probióticos en el cultivo de *Oreochromis sp* en sistema de cero recambios de agua. Disponible en <https://www.megasupply.net/wp-content/uploads/2020/11/Aplicacion-de-la-tecnica-de-Biofloc-en-Tilapia-Honduras-2018.pdf>. Citado 20/07/2021.
- Piñeros-Roldan, J., Gutiérrez-Espinosa, M., Coelho-Emerenciano, M., & Lapa-Viana, M. (2020). Aireación en la tecnología Biofloc (BFT): Principios básicos, aplicaciones y perspectivas. *Revista Politécnica*, 16(31), 29-40.
- Plan Municipal De Gestión Del Riesgo De Desastres - PMGRD, (2012). Identificación y Priorización de Escenarios de Riesgo. República De Colombia. Departamento de Antioquia, Municipio de Mutatá. NIT. 890980950-5. Disponible en https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/28713/Mutat%C3%A1_PMGRD.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Citado 20/07/2021.
- Plan Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia - PLANDAS, (2014). Acuicultura. Convenio con Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura – AUNAP, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO. ISBN: 978-958-57974-3-7.
- Serrano, D., & Barradas, G. A. (2006). Estrategias de Aprendizaje. Azcapotzalco, México. Obtenido de http://cmap.upb.edu.co/rid=1174939817718_957000201_15168/estrategiasde
- Sisa-Ibarra, B., & Palacios-Palacios, P. J. (2019). *Implementación de la tecnología Biofloc, como una alternativa sostenible para la piscicultura en el municipio de Valle del Guamez, departamento del Putumayo, Colombia*. Manizales, Colombia: Universidad de Manizales.