



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA PROMOVER LA AGRICULTURA FAMILIAR EN UNA COMUNIDAD RURAL AFRODESCENDIENTE

LILIANA CECILIA GÓMEZ GÓMEZ

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales
Valledupar, Colombia
2022

ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA PROMOVER LA AGRICULTURA FAMILIAR EN UNA COMUNIDAD RURAL AFRODESCENDIENTE

LILIANA CECILIA GÓMEZ GÓMEZ

Tesis de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director (a):

Ph.D. Doctora. Luz Marina Melgarejo Muñoz

Profesora titular

Departamento de Biología

Línea de Investigación:

Alfabetización científica y cuestiones sociocientíficas

Grupo de Investigación:

Fisiología del estrés y biodiversidad en plantas y microorganismos

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias, Maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales

Valledupar, Colombia

2022

A David, Neco, Choco y Olivia.

Agradecimientos

Agradezco a Dios Todopoderoso, dueño de la vida por permitirme realizar este ejercicio de docente, al grupo de personas de la comunidad afrodescendiente Los Cardonales de Guacoche por trabajar conmigo, a los miembros del grupo de investigación en Microbiología Agrícola y Ambiental MAGYA, que estuvieron prestos a prestarme apoyo. De forma especial al profesor Nelson Valero Valero, quien siempre estuvo para apoyarme, ayudarme y alentarme, y a mi directora la profesora Luz Marina Melgarejo, quien no me dejó desfallecer y fue crítica siempre con mi trabajo. Agradezco a mis padres y hermanos quienes me brindan amor a tiempo, y a mis amigos cercanos que tuvieron confianza y paciencia conmigo.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA PROMOVER LA AGRICULTURA FAMILIAR EN UNA COMUNIDAD RURAL AFRODESCENDIENTE

Resumen

En el corregimiento de Guacoche del municipio de Valledupar(Cesar) habita una comunidad afrodescendiente que fue afectada años atrás por el conflicto armado y se encuentra en proceso de reparación; en este trabajo se encontró que esta comunidad desarrolla actividades productivas en los patios de las casas bajo un modelo de agricultura familiar, pero los cultivos presentan limitantes debido a las condiciones de un ambiente semiárido, sin embargo, no han incorporado estrategias para la producción agroecológica o para mitigar el efecto de los tensores ambientales del suelo y el clima. Para coadyuvar en esta situación, se desarrolló una estrategia didáctica denominada “del laboratorio al patio”, con participación de 11 familias lideradas por adultos mayores, para facilitar la comprensión de conceptos científicos que apoyen la adopción del uso de bioestimulantes húmicos y permitan reconocer los efectos que ocasiona la bioactividad de los ácidos húmicos sobre el crecimiento, desarrollo y adaptación de las plantas bajo condiciones de estrés. Para ello, se diseñó la estrategia con base en la teoría del aprendizaje significativo, la psicología constructivista y un enfoque participativo, aplicando el método de Investigación Acción Participación AIP, llevado a la práctica a través de una experiencia de “laboratorio vivo”, donde se cultivó maíz en parcelas con y sin aplicación de bioestimulación con ácidos húmicos a las plantas, se hizo el seguimiento del cultivo hasta la cosecha y se desarrolló una evaluación participativa de variables cualitativas y cuantitativas relacionadas con el crecimiento y producción de las plantas. La estrategia permitió al grupo de adultos mayores la comprensión sencilla de conceptos científicos que explican el efecto de los bioestimulantes húmicos sobre las plantas, esto a la vez facilita la aceptación de esta tecnología para apoyar la agricultura sostenible y la seguridad alimentaria.

Palabras clave: ácidos húmicos, aprendizaje significativo, bioactividad, bioestimulantes, Investigación acción participación, laboratorios vivos, maíz.

DIDACTIC STRATEGY TO PROMOTE FAMILY FARMING IN A RURAL AFRODESCENDANT COMMUNITY

Abstract

In the village of Guacoche in the municipality of Valledupar (Cesar) there is an Afro-descendant community that was affected years ago by the armed conflict and is in the process of reparation; in this work it was found that this community develops productive activities in the backyards of the houses under a model of family agriculture, but the crops have limitations due to the conditions of a semi-arid environment, however, they have not incorporated strategies for agroecological production or to mitigate the effect of environmental stressors of soil and climate. To help in this situation, a didactic strategy called "from the laboratory to the backyard" was developed, with the participation of 11 families led by older adults, to facilitate the understanding of scientific concepts that support the adoption of the use of humic biostimulants and allow the recognition of the effects caused by the bioactivity of humic acids on the growth, development and adaptation of plants under stress conditions. To this end, the strategy was designed based on the theory of meaningful learning, constructivist psychology and a participatory approach, applying the Participatory Action Research method, carried out through a "living laboratory" experience, where corn was grown in plots with and without the application of humic acid biostimulation to the plants, the crop was monitored until harvest, and a participatory evaluation of qualitative and quantitative variables related to plant growth and production was developed. The strategy allowed the group of older adults to easily understand the scientific concepts that explain the effect of humic biostimulants on plants, which in turn facilitates the acceptance of this technology to support sustainable agriculture and food security.

Keywords: humic acids, significant learning, bioactivity, biostimulants, participatory action research, living laboratories, corn.

Contenido

	Pág.
Contenido	
Introducción	1
Objetivo general	3
Objetivos específicos	4
1. Marco teórico	5
1.1 Seguridad alimentaria y agricultura familiar	5
1.2 Bioestimulación	8
1.2.1 Ácidos húmicos	9
1.2.2 Bioactividad de los ácidos húmicos	10
1.3 Investigación Acción Participativa (IAP)	11
1.3.1 Pilares de la Investigación Acción Participativa	12
1.3.2 Estructura de la Investigación Acción Participativa	13
1.3.3 La Investigación Acción Participativa y la agricultura	14
1.3.4 La Investigación Acción Participativa y la educación popular	15
1.3.5 La Investigación Acción Participativa y el proceso de enseñanza aprendizaje en las ciencias naturales	15
1.4 Laboratorios vivos como estrategia didáctica	17
2. Metodología	20
2.1 Lugar de estudio	20
2.1.1 Comunidad participante	21
2.2 Construcción de aspectos metodológicos a partir del diálogo y el respeto de los saberes de la comunidad rural a través de la investigación participativa	23
2.3 Diseño en conjunto de una propuesta estructurada de la estrategia didáctica para el uso de bioinsumos en la agricultura familiar (Diseño de experimentos con ácidos húmicos y las especies de cultivo seleccionadas)	24
2.4 Validación de la estrategia didáctica en la comunidad rural	25
2.5 Evaluación de la estrategia didáctica en la comunidad rural Ejemplo de presentación y citación de tablas y cuadros	26
3. Resultados y discusión	27
3.1 Construcción de aspectos metodológicos a partir del diálogo y el respeto de los saberes de la comunidad rural a través de la investigación participativa	27
3.1.1 Caracterización y saberes previos de la comunidad sobre el uso de bioinsumos y agricultura familiar	27

3.2.2	Diseño de la estrategia didáctica para el uso de bioinsumos en la agricultura familiar. Del laboratorio al patio	36
3.2.3	Selección de aspectos metodológicos con la comunidad, a través de la investigación participativa, basados en el modelo de agricultura familiar	38
3.2.4	Parámetros de buena cosecha (Parámetros concertados para la evaluación de la respuesta de las plantas al tratamiento con ÁCIDOS HÚMICOS).....	43
3.3	Validación de la estrategia didáctica en la comunidad rural.....	44
3.3.1	Desarrollo y aplicación de la estrategia didáctica “Del laboratorio al patio” ...	44
3.4	Evaluación de la estrategia didáctica en la comunidad rural.....	50
3.4.1	Evaluación cualitativa	50
3.4.2	Evaluación cuantitativa	54
4.	Conclusiones.....	61
4.1	Conclusiones.....	61

Introducción

En la mayoría de los países de Latinoamérica, en los años 50 's la revolución verde se propuso la sustitución de la agricultura tradicional por la aplicación de un conjunto de tecnologías, que incluyen la utilización de agroquímicos, ya sean fertilizantes químicos y/o plaguicidas. El objetivo de esta revolución era atender las necesidades legítimas de las personas expuestas a la inseguridad alimentaria. Sin embargo, los aspectos negativos en el medio ambiente no tardaron en aparecer, sumando a lo anterior, el aumento en los costos por el consumo de los agroquímicos, y el que no originó un cambio significativo en la productividad.

En Colombia, en el sector rural persisten problemas de naturaleza estructural como la concentración de la tierra en pocas manos, lo que dificulta el cultivo de productos de pancoger. Ante esta situación, la agricultura familiar puede hacer una importante contribución a la seguridad alimentaria, debido a que la producción puede garantizar el suministro básico para las mismas familias, y los excedentes pueden ser vendidos en los mercados locales.

Desde antaño se ha trabajado en desarrollo de tecnologías que permitan la mejora de la producción agrícola, apuntando hacia un sistema productivo más compatible con el entorno, como lo es la producción ecológica, donde una de las estrategias es excluir o minimizar el uso de insumos químicos, los cuales se sustituyen por insumos biológicos u orgánicos; es así como toma especial interés el desarrollo de bioestimulantes agrícolas como una alternativa al uso de fertilizantes de síntesis química, como coadyuvantes para hacer más eficiente la fertilización, la absorción de nutrientes, o promover el crecimiento y el desarrollo de las plantas.

Las comunidades rurales generalmente son las más afectadas por los problemas de los modelos de agricultura convencional basada en la mecanización, el monocultivo, el control químico de plagas y enfermedades, la nutrición con fertilizantes de síntesis química, pues

todas estas medidas de manejo deterioran los suelos y a largo plazo ponen en riesgo la sostenibilidad y la capacidad de los pequeños productores para proveerse de alimentos. Este es el caso de la comunidad rural del corregimiento de Guacoche, municipio de Valledupar (Cesar), una comunidad afrocolombiana donde los alimentos que anteriormente eran de fácil cultivo con buena productividad, como la yuca, las frutas tropicales y algunas hortalizas, ya no se cosechan de igual manera, puesto que se ha reducido la capacidad productiva del suelo y se han acentuado los efectos adversos de los fenómenos climáticos como “el niño”, situación que resulta preocupante dado que se trata de suelos muy vulnerables por estar localizados en una zona semiárida, con alto riesgo de desertización.

Generalmente, las comunidades campesinas como esta, se encuentran familiarizadas con el uso de agroquímicos, esto como resultado del trabajo educativo de transferencia de la primera revolución verde, teniendo así ellos por tradición y experiencia, la certeza de que la agricultura basada en el uso de insumos agroquímicos funciona. Para llevar a cabo programas de reconversión de la agricultura familiar bajo modelos de producción agroecológica, es necesario generar un cambio de paradigma que conduzca a la aceptación y confianza en el uso de insumos biológicos y orgánicos, dentro de los que se encuentran los bioestimulantes agrícolas. Por lo tanto, para contribuir a generar dicho paradigma, es necesaria una transferencia de tecnología, pero acompañada de una labor educativa que permita a los usuarios comprender y comprobar la efectividad del uso de los bioestimulantes.

Los bioestimulantes son productos de origen natural que estimulan la eficiencia de los procesos fisiológicos y las interacciones ecológicas en la rizósfera de las plantas para mejorar su crecimiento y desarrollo, y así optimizar la calidad de los cultivos. Dentro de los bioestimulantes para la agricultura están los ácidos húmicos, una fracción bioactiva de la materia orgánica humificada, estos ácidos húmicos tradicionalmente han sido reconocidos por mejorar la condición física y química del suelo; sin embargo, a nivel de la planta se han descrito importantes efectos fisiológicos que promueven el crecimiento de las raíces, su ramificación y una mayor densidad de pelos radicales, lo que conduce a una mayor superficie de absorción. La estimulación de la enzima H⁺-ATPasa en la membrana celular sugiere que las modificaciones también se extienden a las principales vías bioquímicas,

resultando en una mayor absorción de nutrientes y cambios en el perfil de la exudación de la raíz (Canellas et al., 2020; Sleighter, 2015; Brown y Saa, 2015); todos estos efectos conducen a una mejor adaptación de las plantas a condiciones adversas, por lo tanto su uso sería muy pertinente en los sistemas productivos a nivel familiar en la comunidad en estudio.

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario explicar el efecto de los ácidos húmicos y su relación con las plantas y el suelo, así como sus mecanismos de acción, de tal forma que, si esto queda claro, es más fácil que la comunidad campesina adopte la tecnología de los bioestimulantes y la maneje, comprendiendo sus bases científicas. Estas nuevas alternativas, deben partir de una labor educativa que requiere el desarrollo de estrategias formativas adecuadas a la población objetivo en su propio contexto y deben estar basadas en conocimientos propios de las ciencias naturales.

Para contribuir a dar solución a la anterior problemática, la presente propuesta busca desarrollar estrategias educativas para explicar el efecto de los ácidos húmicos en los vegetales a partir de investigación participativa realizada con una comunidad rural afrodescendiente. Enfocada en el uso de insumos biológicos para la producción alimentaria a través de la agricultura familiar. Surgiendo entonces la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál estrategia didáctica permitirá explicar el efecto de los ácidos húmicos en células vegetales, como acompañamiento a las actividades de transferencia de tecnología, mediante la investigación participativa, enfocada en el uso de insumos biológicos para la producción alimentaria a través de la agricultura familiar en una comunidad rural afrodescendiente?

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una estrategia didáctica de aprendizaje sobre los mecanismos de acción de los ácidos húmicos sobre las plantas, con una comunidad rural afrodescendiente, a través de un modelo de investigación participativa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Indagar los saberes previos en la comunidad rural afrodescendiente acerca de los conceptos que fundamentan el uso de bioinsumos y la agricultura familiar.
- Identificar los conceptos clave (de biología) que explican los mecanismos de acción de los ácidos húmicos sobre las plantas de cultivo.
- Seleccionar aspectos metodológicos con la comunidad, a través de la investigación participativa, basados en el modelo de agricultura familiar.
- Diseñar una propuesta estructurada de la estrategia didáctica para el uso de bioinsumos en la agricultura familiar.
- Validar en conjunto con la comunidad rural, la estrategia didáctica diseñada sobre el uso de bioinsumos en la agricultura familiar.

1. Marco teórico

1.1 Seguridad alimentaria y agricultura familiar

La inseguridad alimentaria se encuentra estrechamente relacionada con los problemas de nutrición a nivel mundial; las últimas estimaciones de la FAO indican Entre 720 y 811 millones de personas en el mundo estuvieron enfrentaron hambre en 2020, donde la gran mayoría vive en países en desarrollo (FAO, FIDA y PMA, 2020). La agricultura tiene una importancia fundamental para el desarrollo de los países, pues el buen funcionamiento del sector agrícola es esencial para garantizar la seguridad alimentaria, puesto que los productos agrícolas son una de las fuentes principales de ingresos nacionales (Organismo Internacional de Energía Atómica OIEA, 2022).

Referirse a seguridad alimentaria no solo está enmarcado en asegurar la existencia y disponibilidad de alimentos para un país, sino también de producirlos en condiciones ecológicas. En Colombia la Resolución 0074 del 2002 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, define el sistema de producción ecológica que enmarca la elaboración de alimentos sanos y seguros, desde el punto de vista ambiental, social y económico, para reducir la cantidad de agroquímicos per cápita y hacer control de los peligros transmitidos por el consumo de estos productos. A pesar de que en Colombia se ha logrado un reconocimiento del tema alimentario y nutricional en la agenda pública, persisten problemas de naturaleza estructural, como la concentración de la tierra (Álvarez y Pérez, 2013; Méndez, 2019).

En este aspecto la agricultura familiar puede hacer una importante contribución a la seguridad alimentaria, implementando programas como huertos comunales y microhuertos

(Urban Harvest, 2007; Rodríguez, 2021). La agricultura familiar es una forma de clasificar la producción agrícola, forestal, pesquera, pastoril y acuícola gestionada y operada por una familia y que depende principalmente de la mano de obra familiar, incluyendo tanto a mujeres como a hombres (FAO, 2014; Saboniu, 2014; Gutiérrez, 2021). Dentro de la agricultura familiar, se apunta hacia un sistema más compatible con el entorno, como lo es la producción ecológica, donde se manejan los cultivos de acuerdo con los factores ambientales particulares y se excluye el uso de insumos químicos, los cuales se sustituyen por insumos biológicos u orgánicos.

Los insumos biológicos en agricultura son productos tecnológicos clave para asegurar la sustentabilidad y productividad del sector agrícola, los cuales permiten un mejor aprovechamiento de los recursos naturales y del suelo (Izaguirre et al., 2007; Venegas, 2022). La comunidad Los Cardonales de Guacoche, es una comunidad afro-descendiente reconocida por su plan de reparación colectiva como zona postconflicto armado, que se encuentra en una zona semiárida, con alta compactación y la salinidad evidente en el suelo, y alto riesgo de desertización, donde las familias cultivan sus alimentos a pequeña escala. A pesar de ser una comunidad golpeada por la violencia, muchos de los habitantes sobre todo adultos mayores quieren conservar sus costumbres, entre ellas, las de utilizar sus patios como espacios designados para la agricultura familiar.

Sin embargo, tienen arraigados el uso de fertilizantes sintéticos como una actividad propia para una cosecha exitosa. La agricultura familiar es más compatible con el entorno, con una producción agroecológica, donde los cultivos se tratan de acuerdo con los factores ambientales particulares y sobre todo se evita el uso de insumos químicos, los cuales se sustituyen por insumos biológicos u orgánicos.

Se ha demostrado que, en Colombia, las huertas pueden ser trabajadas en el post conflicto, para la formación de un puente de socialización con aquellos ciudadanos que han enfrentado problemas sociales, como el conflicto armado, el paramilitarismo, el desplazamiento forzado, y tratar temas como la conservación y la preservación del ambiente, conceptos como soberanía alimentaria, nutrición, educación ambiental y ecología. (Mancilla, 2013; Garzón, 2018; Arias, 2018). Las huertas, que en el caso de la comunidad Los Cardonales funcionan en los patios de las casas, permiten que se

establezca la formación de lazos fuertes con las personas de edad como los abuelos y abuelas, valorar su conocimiento, posibilitando un diálogo de saberes entre sus propias técnicas y las nuevas tecnologías más respetuosas con el medio ambiente, y por ende con nuestra salud, (Hezkuntza, 1998; Garzón, 2018; Arias, 2018). Además, la transferencia de estos saberes, pueden ser abordados desde la agricultura familiar y el uso de bioinsumos, y así, contribuir a la formación de ciudadanos conscientes de sus relaciones con el ambiente y su responsabilidad frente al mismo.

En el grupo de los insumos biológicos se encuentran los Bioestimulantes, los cuales son productos de origen natural que estimulan los procesos naturales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, ayudando a mejorar la eficiencia de absorción de nutrientes, o simplemente actúan como enmiendas para ayudar a mejorar la condición del suelo, y así la respuesta de las plantas, la tolerancia al estrés abiótico y la mejora de la calidad de los cultivos. Los bioestimulantes se clasifican en cinco categorías, los insumos a base de microorganismos (biofertilizantes), los ácidos húmicos y los ácidos fúlvicos, las proteínas y aminoácidos hidrolizados, y los extractos de algas verdes (Calvo, et al., 2014).

Tradicionalmente se han utilizado las sustancias húmicas (SH) como enmiendas orgánicas, claves para la calidad del suelo debido a que influyen en sus propiedades físicas, químicas y biológicas más importantes. Las SH son complejos orgánicos supramoleculares ampliamente distribuidos en la naturaleza, comprenden más del 60% de la materia orgánica del suelo. Los ácidos húmicos (AH) son una fracción de las SH conformada por asociaciones supramoleculares dinámicas de moléculas heterogéneas relativamente pequeñas, unidas por fuerzas débiles, que les permite reorganizarse constantemente, características que les confiere cierta bioactividad (Piccolo, 2013); esta fracción ha sido la más estudiada por sus efectos benéficos sobre la agregación del suelo, la capacidad de intercambio catiónico, la retención de nutrientes, la inmovilización de contaminantes, la estimulación de la actividad biológica y la estimulación del crecimiento de las plantas. Sobre este último aspecto recientemente se ha descrito su capacidad para estimular el alargamiento y la división celular de manera similar al mecanismo de acción de las auxinas, lo que se ha denominado “efecto like auxin” (Trevisan et al., 2010).

La bioactividad de los AH ocasionada por el efecto like auxin, se debe a la estimulación de la enzima H⁺-ATPasa en la membrana plasmática, conduciendo a cambios estructurales y fisiológicos en las raíces y brotes que conllevan a mejorar la absorción, asimilación y distribución de nutrientes, así como su uso y eficiencia (Zandonadi et al., 2013). Recientemente se ha descrito que los AH también pueden inducir cambios en el metabolismo primario y secundario e influir en procesos relacionados con la tolerancia al estrés abiótico que modula el crecimiento de las plantas (Canellas, et al., 2015); estimular la fotosíntesis y la liberación de exudados radicales, lo que ayuda a un mejor establecimiento de las comunidades microbianas benéficas en la rizósfera (Puglisi et al., 2009) en conjunto con los cambios en el desarrollo del sistema radical (Canellas y Olivares 2014; Sleighter et al., 2015; Brown y Saa, et al., 2015). Por todo lo anterior, la aplicación exógena de AH como bioestimulantes dentro de los sistemas agronómicos puede ayudar al desarrollo sostenible de la región, como una posible estrategia de manejo ecológico en la agricultura familiar.

1.2 Bioestimulación

La bioestimulación es una tecnología emergente que se ubica dentro de la agrobiología (Valero et al., 2021), se basa en el aprovechamiento de las interacciones establecidas por coevolución entre las plantas, los microbiomas asociados y las sustancias bioactivas presentes en el entorno (Rouphael and Colla, 2020); Los bioestimulantes para las plantas se definieron sobre la base de cuatro necesidades funcionales claves que desafían la agricultura bajo modelos ecológicos. 1) optimizar la eficiencia en el uso de los nutrientes, 2) mejorar o inducir la tolerancia de las plantas al estrés biótico y abiótico, 3) mejorar características de calidad de la cosecha, 4) mejorar la disponibilidad de nutrientes presentes en el suelo o la rizosfera (Battacharyya, et al., 2020). Así, la bioestimulación se define como el uso de sustancias o microorganismos, que independientemente de su contenido de nutrientes, desencadenan respuestas fisiológicas que mejoran la eficiencia nutricional, la tolerancia de las plantas al estrés (Van Oosten et al., 2017), estimulan el metabolismo y favorecen el desempeño de las plantas bajo condiciones adversas (Nardi et al., 2016).

Hay varias categorías de agentes bioestimulantes para las plantas, los cuales incluyen cierta diversidad de sustancias naturales y sus derivados químicos, así como microorganismos benéficos, las principales categorías son: 1) sustancias húmicas, 2) hidrolizados de proteínas de origen animal o vegetal y otros compuestos nitrogenados, 3) extractos de macro y microalgas, 4) silicio, 5) oligosacáridos y otros productos botánicos, 6) hongos formadores de micorrizas, 7) rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (Calvo et al., 2014, Du Jardin, 2020, Nardi et al., 2016, Basile et al., 2020).

1.2.1 Ácidos húmicos

Los ácidos húmicos son una parte importante de la materia orgánica estable en el suelo, para entender su origen y propiedades es necesario definir primero lo que es la materia orgánica del suelo (MOS), esta es un conjunto heterogéneo de sustancias conformado en un 20% por moléculas orgánicas simples y de composición definida (carbohidratos, lípidos y proteínas, principalmente), provenientes de la descomposición de restos orgánicos, estas moléculas presentan baja estabilidad y permanencia debido a su rápido consumo por la microbiota del suelo, por lo cual se denominan como la fracción lábil de la MOS; aproximadamente el 80% restante está constituido por un conjunto de complejos macromoleculares de composición poco definida, denominados en su conjunto "Materia orgánica humificada" (MOH) o más genéricamente "Sustancias húmicas" (SH), son compuestos polidispersos de alto peso molecular, estables y resistentes a la degradación biológica, por lo que reciben la denominación de materia orgánica estabilizada (Nebbioso y Piccolo, 2013; Muscolo et al., 2013).

Los ácidos húmicos son la fracción más importante de las sustancias húmicas, químicamente son agrupaciones de diferentes restos de moléculas complejas originadas en largos procesos de descomposición y repolimerización de los restos orgánicos, las unidades fundamentales de su macroestructura son compuestos aromáticos de carácter fenólico, unidos por cadenas alifáticas de diferentes tamaños, exhibiendo diferentes grupos funcionales y con cierto contenido de compuestos nitrogenados, tanto cíclicos como alifáticos, sintetizados por ciertos microorganismos del suelo (Drosos et al., 2017, Nebbioso and Piccolo, 2013). Las SH exhiben naturaleza coloidal y propiedades ácidas, a menudo se encuentran en el suelo asociadas mediante puentes de hidrógeno y fuerzas

de Van de Walls a otras fracciones de composición química definida como aminoácidos, azúcares, polisacáridos y proteínas, o a las arcillas formando complejos arcillo húmicos, los ácidos húmicos, de color marrón, se asocian al color oscuro de la “tierra negra”, caracterizada por un alto contenido de materia orgánica humificada e intuitivamente por su buena calidad para los cultivos.

1.2.2 Bioactividad de los ácidos húmicos

Los compuestos que hacen parte de los ácidos húmicos se organizan en una estructura supramolecular, es decir un conjunto de fracciones de moléculas que se unen por fuerzas de atracción, pero sin formar enlaces, gracias a esto se reorganizan constantemente, esto conlleva a orientar las fracciones hidrofóbicas hacia el interior y las fracciones hidrofílicas hacia el exterior de tal manera que se autoorganizan como micelas coloidales similares a las membranas celulares. Este hecho hace que dentro de las micelas se “atrapen” hormonas presentes en el suelo o producidas por microorganismos, otros compuestos reguladores de la fisiología de las plantas y compuestos bioactivos. Por otra parte, ciertos grupos funcionales de los restos moleculares que las componen, y que inducen procesos a nivel celular, pueden quedar expuestos a la superficie de la supramolécula y de esta manera al hacer contacto con las células vegetales desencadenar un señalamiento que conduce a una respuesta celular.

Por lo anterior, la estructura supramolecular de los ácidos húmicos determina su acción bioestimulante, lo que conduce a promover procesos fisiológicos de las plantas, a través de varios mecanismos de acción que se presentan a continuación:

- Efecto “Like auxin”: El contacto de fracciones bioactivas de los ácidos húmicos con las raíces de las plantas induce un efecto similar al ocasionado por las auxinas vegetales, hormonas que regulan proceso de crecimiento y desarrollo al estimular la proliferación y actividad de las bombas H^+ ATPasas en la membrana celular, con llevando a estimular el crecimiento celular y respuestas como la proliferación, alargamiento y modificaciones en la arquitectura de las raíces, incremento de la absorción y transporte de iones (Aguilar et al., 2018)

- Estimulación metabólica: El señalamiento celular ocasionado por los ácidos húmicos puede favorecer la expresión de enzimas que regulan procesos del metabolismo primario, conllevando al incremento en la fotosíntesis y la acumulación de fotoasimilados utilizados para el crecimiento de las plantas. Igualmente, los ácidos húmicos ocasionan la regulación de procesos moleculares que inducen la síntesis de metabolitos secundarios (Shah et al., 2018).
- “Priming químico”: Consiste en el precondicionamiento de la planta mediante la exposición previa a una dosis adecuada de ácidos húmicos, con el objetivo de reducir los efectos adversos de una exposición dañina posterior a un tensor abiótico, como la salinidad, la sequía o los metales pesados, factores ante los cuales la planta tratada puede generar una respuesta sistémica frente al estrés (Canellas et al., 2020., Piedade et al., 2017).
- Estimulación de la interacción planta-microorganismo: los ácidos húmicos al favorecer el metabolismo promueven la síntesis y exudación radical de moléculas orgánicas que aumentan la actividad microbiana de la rizosfera, la comunicación planta microorganismo, el establecimiento y desempeño de interacciones simbióticas, asociativas y endofíticas por microorganismos promotores del crecimiento vegetal (Bulgari et al., 2019; Nunes et al., 2019).

1.3 Investigación Acción Participativa (IAP)

Investigación Acción Participativa (IAP), es una forma de contribuir a la reflexión sistemática sobre la práctica social y educativa con vistas a la mejora y al cambio tanto personal como social, unificar procesos considerados a menudo independientes; por ejemplo, la enseñanza, el desarrollo del currículum, la evaluación, la investigación educativa y el desarrollo profesional, desempeñando este tipo de investigación un papel esencial en todas aquellas áreas o ámbitos educativos que se desea mejorar, transformar e innovar (Fals Borda 1979; Zúñiga, 2016; Zavarro, 2020; Espinoza, 2020).

La IAP empieza la investigación no desde preguntas del investigador, sino como un proceso colectivo de construcción de conocimiento científico a partir de la realidad cotidiana, y presentan ciertos rasgos clave (Paz, 2003; Kehm, 2012; Folgueiras &

Sabariego, 2018; Callancho & Quispe, 2019; Aiterwegmair, 2021; Bacon, 2021), algunos de ellos mencionados a continuación:

- Transformación y mejora de una realidad educativa y/o social;
- Comprensión de la realidad social como una totalidad concreta y compleja a la vez.
- Es una investigación que implica la colaboración de las personas;
- La investigación se realiza a partir de las demandas o necesidades de las personas implicadas en la práctica que se investiga.
- Las necesidades aparecen de problemas prácticos, ya sea espontáneamente o después de una primera etapa de reflexión.
- Es un proceso sistemático de recogida de información.
- Implica una reflexión sistemática en la acción.
- La formación es esencial y fundamental en el proceso de investigación acción.
- El proceso de investigación-acción se caracteriza como una espiral de cambio.
- El principal objetivo de la persona investigadora es volverse innecesario.

1.3.1 Pilares de la Investigación Acción Participativa

La Investigación Acción Participativa, también reconocida como Investigación Acción o Investigación Participativa aprecia el compromiso, responsabilidad, acción, y capacidad en la toma de decisiones colegiadas, conjuntas y solidarias. La IAP se soporta en tres pilares (Greenwood & Levin, 1998).

- Investigación: se concede valor y poder al conocimiento; así como el respeto a las distintas expresiones y maneras de producirlo. Consiste en plantear y desarrollar de forma sistemática, el estudio de un aspecto de la realidad con una finalidad práctica.
- Participación: se pone énfasis en los valores democráticos y el derecho de las personas a controlar sus propias situaciones; destacando la importancia de una relación horizontal entre los investigadores y los miembros de la comunidad. Es el eje fundamental de la estrategia, donde el investigador no solamente impone las ideas, sino que en conjunto con los participantes realizan la toma de decisiones, que, junto con su papel ejecutor a través de la práctica, los hace sujetos activos que contribuyen a conocer y transformar su propia realidad.

- **Acción:** Un camino para la búsqueda de la transformación y cambio que mejore la realidad de la comunidad involucrada. Se consideró desde tres puntos de vista, el primero consiste en la actuación de los participantes en todo el proceso didáctico, desde la planeación hasta la evaluación, y por sí mismo todo el proceso de investigación representa una fuente de conocimiento sobre “cómo hacer las cosas “. El segundo punto de vista consiste en considerar que el acto de llevar a cabo un experimento participativo es en sí mismo una forma de intervención. El tercer punto de vista considera la acción como la finalidad última de la investigación, que a través de la enseñanza y la incorporación del conocimiento provocará un cambio en el actuar de los participantes frente a la realidad que involucra el objeto de estudio.

1.3.2 Estructura de la Investigación Acción Participativa

En la IAP pueden utilizarse los marcos teóricos, métodos, técnicas y herramientas que los miembros de la investigación estimen necesarios; puede involucrar el uso de teorías y métodos de las ciencias físicas y naturales, métodos cuantitativos y cualitativos de todas las ciencias sociales. En la IAP podemos distinguir algunas fases, La observación participante, la investigación participativa, la acción participativa y La evaluación, que dependen de diversas circunstancias de la comunidad.

- **La observación participante.** En esta fase el investigador se involucra en los procesos y eventos que definen la realidad estudiada con la inserción de la investigación-acción en la organización social tradicional de la comunidad.
- **La investigación participativa.** En esta fase se diseña la investigación y se eligen los métodos para llevarla a cabo. Aquí el investigador se encarga de presentar al grupo las opciones de métodos disponibles para la obtención y recolección de información, explicando su lógica, eficacia y limitaciones, para que el grupo las valore dentro de los recursos humanos y materiales disponibles. Los resultados son la base de las discusiones posteriores.

- La acción participativa. La acción, a veces, queda restringida al proceso de devolución de la información al resto de la comunidad, pasa por llevar a cabo acciones tendentes a transformar la situación en la que se encuentran.
- La evaluación. La verificación del conocimiento producido puede apreciarse en el desarrollo de nuevas actitudes y en redefiniciones eventuales de los valores y objetivos de los grupos.

1.3.3 La Investigación Acción Participativa y la agricultura

Dentro de las diversificaciones de la IAP, se encuentra la Investigación participativa (IP) con los agricultores, es un término acuñado por Farrington y Martin 1987, se centra en la identificación, adaptación y desarrollo de tecnologías para satisfacer necesidades de agricultores de escasos recursos (Gonsalves, 2006). La IP con los agricultores señala las siguientes características necesarias para que se cumpla su objetivo principal:

- Meta principal: pequeños agricultores de escasos recursos.
- Participación activa de los agricultores en todo el proceso.
- La investigación se hace en los campos de los agricultores.
- El científico es un investigador, colega y asesor.
- La IP con agricultores se basa en una perspectiva de sistemas.
- La IP con agricultores requiere colaboración interdisciplinaria.
- La IP con agricultores promueve metodologías innovadoras y flexibilidad.

Un proceso de investigación-acción participativa encaja bien con una interpretación de la agroecología como un enfoque transdisciplinar orientado a acciones útiles para fomentar el cambio de los sistemas de agricultura y de alimentación (Méndez, V. E., Bacon, C. M., Cohen, R. y Gliessman, S. R. eds., 2015). Los acuerdos de investigación-acción participativa que conectan a campesinos, científicos, sociedad civil y empresas rurales comunitarias pueden ayudar a afrontar los diferentes retos de estas comunidades. Al respecto, Greenwood (2016), considera que este tipo de investigación no es ni un método ni una técnica, “es una estrategia de vida que incluye la creación de espacios para el aprendizaje colaborativo y el diseño, ejecución y evaluación de acciones liberadoras”. (p. 97).

1.3.4 La Investigación Acción Participativa y la educación popular

La IAP no es solo la respuesta a una convocatoria de movilización como actores y controladores del desarrollo individual y colectivo; es un derecho a participar como protagonista del desarrollo de su comunidad y país (Espinoza, 2018), para ello es preciso educar a los actores en las herramientas necesarias con el fin de lograr el pleno ejercicio participativo en el desarrollo social de las agrupaciones humanas. La participación desde la perspectiva educacional debe ser asumida en dos vertientes una como constructo para fortalecer las relaciones de la comunidad educativa y por consecuencia lograr un mayor y mejor aprendizaje; la otra como resultado de la nueva visión de la escuela como actor clave vinculada a la resolución de los problemas de la comunidad, resultado de la construcción de saberes puestos a disposición de la sociedad como herramienta para provocar la transformación necesaria de la realidad (Espinoza, 2020). Esta forma de trabajo comienza por generar confianza entre los participantes, estableciendo un diálogo con la pluralidad de sistemas de conocimiento, visiones del mundo, espiritualidades y epistemologías asociadas a diferentes identidades y formas de ganarse el sustento.

1.3.5 La Investigación Acción Participativa y el proceso de enseñanza aprendizaje en las ciencias naturales

La IAP en la enseñanza de las ciencias naturales permite construir nuevos saberes, nuevo conocimiento social y científico susceptible de ser convertido en ejes temáticos en el aprendizaje, y solucionar problemas reales que surgen de la relación de los seres vivos con la naturaleza, evidentemente busca atacar problemáticas locales a través de propuestas innovadoras desde el aula con acompañamiento de la comunidad educativa. De esta manera el proceso educativo de las ciencias naturales, es un acto de comunicación de saberes dónde se reestructuran las relaciones erróneas de quien aprende con el mundo de la vida o ambiente natural (Miranda, 2008).

La enseñanza de las ciencias naturales debe privilegiar el desarrollo de preguntas sobre el impacto de las acciones humanas sobre el medio ambiente, propiciar estrategias que favorezcan en el individuo el paso entre el uso del lenguaje vulgar del saber común y la apropiación del lenguaje de la ciencia y la tecnología. En esta perspectiva de enseñar ciencias naturales desde ambientes que ayudan a la observación de los procesos biológicos, y haya un desarrollo cognitivo por descubrimientos, basados en la elaboración y ejecución de ciertos proyectos, se encuentra la implementación de una parcela o una huerta, que permite la interacción y observación de los elementos biológicos que se dan en la naturaleza.

Es un medio propicio para potencializar la enseñanza que permita concretar la teoría, y favorece al proceso de aprendizaje, pues de ser un sujeto pasivo se convierte en un sujeto activo, que es una característica propia del IAP. La implementación de parcelas o pequeñas huertas, entonces se convierten en un auténtico laboratorio, un “Laboratorio vivo” este tipo de estrategia permite experimentar, observar, manipular, tomar datos y generar conclusiones elaboradas por los mismos integrantes de la comunidad, y así redescubrir conocimientos tradicionales.

Cuando el científico va al laboratorio para hacer un experimento, cree saber lo que sucederá, el experimento tiene el papel de corroborar las hipótesis que el científico ha construido sobre la base de sus idealizaciones acerca del Mundo. Es así que la comunidad participante, al igual que los científicos, va al laboratorio vivo para confrontarse con la naturaleza con el fin de confirmar o rechazar sus hipótesis, obviamente, con una con una preparación previa que le ayude a comprender lo que allí se está realizando.

El conocimiento científico que se genera en los laboratorios vivos, desde un aprendizaje significativo, le permite al individuo establecer relaciones entre los diferentes espacios para que pueda formar sus conceptos, transformando los significados a su medio natural; lo cual aporta a la identificación de problemáticas socio-ambientales presentes en los espacios visitados, los factores del ecosistema existentes, para que la población se apropie del territorio y genere una postura crítica que puedan transformar la realidad social (Molina & González, 2021).

1.4 Laboratorios vivos como estrategia didáctica

El laboratorio vivo es un modelo práctico a escala reducida, de organización biológica y ecológica, donde se pueden aprender y descubrir las trascendentes y estrechas relaciones entre el ser humano y la naturaleza” (Escutia, 2009). Es una propuesta que se convierte en una estrategia donde se interactúa con los recursos naturales, permite trabajar en la seguridad alimentaria, y la transmisión de valores como el trabajo en equipo, el liderazgo, la asignación de responsabilidades, o lo que se conoce como las habilidades para la vida, entendiendo éstas como capacidades personales, sociales y colaborativas.

El laboratorio en vivo, permite al individuo un aprendizaje que tiene la oportunidad de aplicar experimentalmente, y establecer una relación entre la teoría y la práctica de modo vivencial y así, construir su propio aprendizaje significativo, ya que aprende conceptos, entiende fenómenos, procedimientos y sus efectos, a su vez, indaga y trabaja como un verdadero científico, poniendo en práctica con el medio que lo rodea, como actividades fundamentales para el desarrollo de habilidades investigativas, dentro de una metodología constructivista propuesta por Piaget (Fernández, 2006; Carretero, 2000; Coll, 1988). El “Laboratorio Vivo” une aspectos científicos con la cotidianidad, donde se identifican infinidad de características no sólo desde el consumo, concepciones de salud, o relación con lo ambiental, sino también, donde se promulga una filosofía del respeto por el ambiente a través de los procesos de enseñanza.

El mantenimiento de la producción de alimentos para una población mundial en crecimiento, y con pocas extensiones de tierra, sin comprometer los recursos naturales para las generaciones futuras, llama la atención a la agricultura familiar, como una comunidad capaz de contribuir de forma directa en la adopción y masificación de buenas prácticas agrícolas (FAO, 2014). La agricultura familiar nace entonces, como una de las respuestas a los problemas ambientales derivados de la agricultura convencional (Montiel, 2009), donde los campesinos regresan al manejo del suelo a través de sus saberes tradicionales y aplican principios ecológicos en el manejo de las plantas de cultivo.

La Investigación Participación, históricamente ha tratado de hacer una articulación crítica entre la investigación social y la producción de conocimiento (Campos, 2012). Está orientada hacia la práctica educativa, cuyo objetivo fundamental es mejorar la práctica en vez de generar conocimientos (Elliott, 1993); sin embargo, algunos autores señalan la existencia de varios lenguajes epistemológicos para fundamentar sus prácticas (Goyette y Lessard-Hébert, 1988), en los años setenta en Gran Bretaña, esta corriente se desarrolló con una orientación eminentemente práctica y fue recogida en los trabajos de John Elliott y colaboradores y, en general, por el "Center for Applied Research in Education" (CARE) de la Universidad de East Anglia. A mediados de los años ochenta, la obra de Wilfred Carr y Stephen Kemmis (Teoría crítica de la enseñanza), resituó la investigación-acción en una perspectiva más crítica, y la han seguido desarrollando a la luz de las aportaciones de la Escuela de Frankfurt y especialmente de la Teoría Crítica de Habermas.

Aunque no existe una única visión de lo que se entiende por investigación-acción y se pueden distinguir distintas corrientes dentro de este movimiento, las más representativas son las siguientes: Corey (1953), proceso por el cual los prácticos intentan estudiar sus problemas científicamente con el fin de guiar, corregir y evaluar sistemáticamente sus decisiones y sus acciones; Carr y Kemmis (1988), forma de indagación autorreflexiva que emprenden los participantes en situaciones sociales en orden a mejorar la racionalidad y la justicia de sus propias prácticas, entendimiento y situaciones dentro de las que tienen lugar; Elliott (1993) estudio de una situación social para tratar de mejorar la calidad de la acción en la misma, su objetivo consiste en proporcionar elementos que sirvan para facilitar el juicio práctico en situaciones concretas y de utilidad para ayudar a las personas a actuar de modo más inteligente y acertado.

2. Metodología

Este enfoque mixto, es una conciliación de los enfoques cuantitativos y cualitativos, que permite la posibilidad de la explicación y cuantificación de los fenómenos sociales (Paitán, Ramírez & Paucar, 2014). El enfoque cualitativo se desarrolló a través de la Investigación Acción Participación IAP, se utilizaron instrumentos como la entrevista semiestructurada y diálogos con los participantes para la recolección de información. La comunidad donde se realizó la investigación se caracterizó por ser un grupo de adultos mayores, quienes son la mayoría de la comunidad, con bajo grado de escolaridad o con deficiencias visuales que les dificulta la escritura de una manera fluida. Es una comunidad que se caracteriza por una transmisión de saberes a través de la tradición oral; esta dinámica permitió hacer una recolección de los datos a través del diálogo de saberes, siempre respetando su idiosincrasia y creencias, propias de una comunidad afrodescendiente.

El enfoque cuantitativo se ejecutó a través de un experimento en los patios de las casas de los participantes, en el cual cada uno cultivó una planta de interés con y sin tratamiento, utilizando el bioestimulante a base de ácidos húmicos, para comparar sus efectos, el diseño fue completamente al azar con dos tratamientos, y al final se midieron y analizaron variables cuantitativas, de crecimiento de la planta y producción de la cosecha. El análisis de las variables cuantitativas se realizó mediante análisis de varianza y comparación de promedios entre tratamientos, previa verificación de la normalidad de los datos, se utilizó el método de comparaciones múltiples y de Levene, y comparaciones por el método de Tukey, análisis de Kruskal Wallis y la Prueba de comparación de medianas U de Mann Whitney, según el carácter de normalidad de los datos.

2.1 Lugar de estudio

El corregimiento de Guacoche está ubicado en la zona nororiental del municipio de Valledupar, a orillas del río Cesar, dentro del territorio del valle del río Cesar, formado en

medio de la Sierra Nevada de Santa Marta y la serranía del Perijá; con una distancia de 15 kilómetros a la cabecera municipal (ciudad de Valledupar) por la vía del corregimiento de El Jabo y 18 kilómetros por la vía del corregimiento de los Corazones.

En el aspecto geográfico, esta zona a pesar de estar cercana a la margen derecha del río Cesar y ser atravesada por el río Seco, es un enclave seco donde la formación vegetal predominante es un matorral semidesértico con abundante población de trupillos y cactus, presenta temperaturas elevadas con vientos fuertes que arrastran el suelo, en buena parte descubierto, y transportan abundante polvillo, esto es una consecuencia del deterioro en la relación armónica hombre naturaleza. En general es una zona semiárida, con alto riesgo de desertización (Ortega, et al., 2018).

2.1.1 Comunidad participante

La comunidad Los Cardonales de Guacoche es una comunidad afrodescendiente conformada por cerca de mil personas establecidas en un asentamiento rural con un área urbana mínima. Este asentamiento en sus orígenes era poblado por indígenas Chimilas, paulatinamente llegaron personas de raza negra y zamba, se cree que eran esclavos cimarrones, que formaron un Palenque en Guacoche o se fusionaron con los indígenas locales y con el tiempo se volvieron la mayoría. La identidad étnica afrocolombiana de esta comunidad es particular porque incluye tradiciones campesinas y vallenatas (Oviedo & Henríquez, 2019). Gracias a la Constitución de 1991 y la Ley 70 de 1993, la comunidad inicia un proceso de reconstrucción de su sentir étnico, buscando recuperar la identidad, tradiciones, prácticas, lo que llevó a su organización como Consejo Comunitario de Comunidades Negras de Guacoche, Los Cardonales, como una forma de constituir un gobierno ancestral.

A mediados de la década de los 90 la comunidad empezó a verse seriamente victimizada a causa del conflicto armado, especialmente por la llegada del Bloque Norte de las AUC (Autodefensas Unidas de Colombia). En 2014 la comunidad fue priorizada por la Unidad para las Víctimas como Sujeto de Reparación Colectiva post conflicto, llegando a ser la primera en la región Caribe colombiana en acceder a este proceso.

Su cosmovisión está permeada por un medio ambiente particular, en donde se entreteje el conocimiento propio de la comunidad, la naturaleza y el ser humano, son uno solo. Su cosmogonía está enmarcada en lo religioso y creencias en una vida superior. La muerte de familiares y dificultades de miembros de la comunidad se traduce en espacios para vivir la solidaridad comunitaria; es el momento de la ayuda mutua y la presencia de todos en los actos.

Los patrones culturales de la población de la zona en su gran mayoría se tratan de una cultura milenaria y diversa, cuya raíz se hunde en lo más profundo de la herencia africana, pero enriquecida a lo largo de cinco siglos de presencia en América, representada por los troncos familiares, como grupos de parientes, donde la familia, por línea paterna y materna, y el compadrazgo como institución, son parte fundamental de la organización familiar.

Los miembros de estas comunidades son padres de familia en su mayoría campesinos sin tierra que logran el sustento del trabajo diario como obreros (jornaleros) y una mínima parte se dedican a la pequeña ganadería, la extracción de minerales de arrastre el río, la cría de caprinos en pequeña escala; no existe producción agrícola a gran escala; solo lo que pueden producir en los patios de sus casas. A pesar de estar en un entorno rural, son comunidades consumidoras, ya que la mayoría de los alimentos los obtienen desde Valledupar, la explotación de los recursos naturales, como la arcilla, se hace en forma artesanal en la fabricación de ladrillos, materas y tinajas, actividad que es reconocida como una tradición en este territorio, pero un aspecto cultural en decadencia por falta del aporte tecnológico.

Con respecto a la calidad de vida, la población en su mayoría tiene necesidades básicas insatisfechas, reciben salarios inferiores al mínimo legal y no existen fuentes de empleo, diferente a paleo o cargue de material de arrastre (arena), lo cual hace que tengan que desplazarse en busca de trabajo a otros sitios.

A pesar de ser una comunidad golpeada por la violencia, muchos de los habitantes sobre todo adultos mayores quieren conservar sus costumbres entre ellas las de utilizar sus patios como espacios designados para la agricultura familiar, pero sin una tradición que los defina netamente campesinos o agricultores. Sin embargo, tienen arraigados el uso de

fertilizantes sintéticos como una actividad propia para una cosecha exitosa; uno de los factores que influyen en la toma de la decisión es la falta continua del recurso agua, la alta compactación y la salinidad evidente del suelo.

Se tuvo en cuenta que, siendo un grupo de adultos mayores, a algunos, por su grado de escolaridad o por deficiencias visuales, se les dificulta la escritura de una manera fluida, además es una comunidad que se caracteriza por una transmisión de saberes a través de la tradición oral, esta dinámica, permitió al investigador hacer una recolección de los datos a través del diálogo de saberes, siempre respetando su idiosincrasia y creencias, propias de una comunidad afrodescendiente.

A continuación, se detalla los pasos metodológicos llevados a cabo para desarrollar la investigación.

2.2 Construcción de aspectos metodológicos a partir del diálogo y el respeto de los saberes de la comunidad rural a través de la investigación participativa.

- Se estableció contacto con el consejo comunal Los Cardonales, para realizar la presentación del proyecto “Estrategia didáctica para promover la agricultura familiar en una comunidad rural afrodescendiente”, dentro del cual se enmarca este trabajo, pues es necesario el permiso para cualquier actividad desarrollada en la comunidad. Los integrantes del consejo comunal dieron el aval para ejecutar el trabajo.
- Se convocó a integrantes de la comunidad por intermedio de la Institución Educativa Pública José Celestino Mutis y se realizó un taller acerca del impacto de la agricultura familiar en la seguridad alimentaria. Se realizó un taller acerca del impacto de la agricultura familiar en la seguridad alimentaria (Anexo 2 reconstruir el orden del día), al cual asistieron algunos padres de familia de la I.E. José Celestino Mutis y la mayoría de los integrantes de un grupo organizado de la comunidad llamado “Abuelos Felices”.

- Se explicó “la idea” de llevar a cabo un desarrollo experimental sobre el uso de insumos biológicos en un cultivo de interés, en pequeñas parcelas en los patios de sus casas, para comprobar el efecto de un bioestimulante, en este caso los ácidos húmicos, en comparación con el método tradicional que utilizan.

- Finalmente se procedió a hacer la invitación para participar voluntariamente de esta experiencia. Los saberes previos de los participantes acerca de los conceptos del uso de bioinsumos y la agricultura familiar, fueron indagados a través de una encuesta semiestructurada (Anexo 1). Esta entrevista de diagnóstico abordó seis aspectos: 1) Datos personales, 2) características del terreno, 3) manejo tradicional del cultivo, 4) identificación de aspectos de la agricultura familiar, 5) conocimientos acerca de insumos biológicos y 6) las variedades vegetales de preferencia para cultivar.

Para definir los aspectos metodológicos que se llevarían a cabo para el trabajo conjunto con la comunidad, se partió de un diálogo, a través del cual los participantes en la experiencia iban aportando sus ideas, necesidades e intereses para la construcción colectiva, que a futuro sería el insumo para el diseño de la estrategia didáctica. A través de esta actividad se iba descubriendo la naturaleza del uso de bioinsumos y el modelo de agricultura familiar, siempre involucrando y respetando los saberes de la comunidad.

2.3 Diseño en conjunto de una propuesta estructurada de la estrategia didáctica para el uso de bioinsumos en la agricultura familiar (Diseño de experimentos con ácidos húmicos y las especies de cultivo seleccionadas).

Se realizó un taller mediante el cual se socializaron las estrategias para el uso de bioinsumos, enmiendas húmicas y medidas de manejo ecológico de los cultivos y de la agricultura familiar.

- Teniendo en cuenta los saberes tradicionales de la comunidad, se elaboró un plan de trabajo para el desarrollo de experimentos. En esta jornada, se seleccionó por parte de los

participantes del proyecto la especie de cultivo de interés a trabajar, a partir de las especies de cultivo propuestas en la encuesta semiestructurada, se tuvo en cuenta que se adaptarían a requisitos favorables para el desarrollo de los experimentos, como un ciclo de cosecha corto, especies adaptadas al clima del lugar, especies de manejo agronómico conocido por la comunidad, y de manejo conveniente para modelos de agricultura familiar a pequeña escala.

- Finalmente, basados en diálogo de saberes con los integrantes de la comunidad se concertaron las variables morfo agronómicas de mayor interés como parámetros de “buena cosecha” según los cultivadores.
- A partir, de los resultados generados en los talleres, además de las decisiones tomadas en conjunto con la comunidad, se procedió al diseño de la propuesta estructurada para la estrategia didáctica en apoyo a la enseñanza del uso y mecanismos de acción de ácidos húmicos como fitoestimulantes para la agricultura familiar.
- Se seleccionaron los conceptos claves que explican los mecanismos de acción de los ácidos húmicos sobre las plantas de cultivo, teniendo en cuenta la revisión bibliográfica de los fundamentos básicos necesarios para la comprensión del uso de bioinsumos y la agricultura familiar, y establecer una relación con las respuestas de los ítems de la entrevista semiestructurada realizada a los participantes del proyecto.

2.4 Validación de la estrategia didáctica en la comunidad rural

- Se aplicó la estrategia didáctica propuesta en la comunidad rural con participación de un grupo de once personas.
- Se desarrollaron los experimentos por parte de la comunidad, en cada uno de los patios de los participantes, con el acompañamiento técnico de un grupo de apoyo.

2.5 Evaluación de la estrategia didáctica en la comunidad rural Ejemplo de presentación y citación de tablas y cuadros

- Con cada uno de los participantes llevó a cabo el análisis acerca de los resultados observados en respuesta al tratamiento del cultivo con ácidos húmicos, observando cada una de las variables concertadas.
- La evaluación se hizo en el momento de la cosecha, para ello se recibieron las impresiones de cada uno de los participantes sobre las diferencias observadas en las plantas tratadas con ácidos húmicos con respecto a las plantas sin tratar. Además de las variables establecidas en el plan de trabajo, se tomaron observaciones que llamaron la atención de los participantes durante todo el transcurso del experimento.

3. Resultados y discusión

3.1 Construcción de aspectos metodológicos a partir del diálogo y el respeto de los saberes de la comunidad rural a través de la investigación participativa

Como resultado de la convocatoria realizada a la comunidad rural afrodescendiente “Los Cardonales”, para asistir al taller y el diálogo saberes acerca del impacto de la agricultura familiar en la seguridad alimentaria, asistieron algunos padres de familia de la I.E. José Celestino Mutis y la mayoría de los integrantes de un grupo organizado de la comunidad llamado “Abuelos Felices”. Como resultado de la actividad Taller y diálogo saberes acerca del impacto de la agricultura familiar en la seguridad alimentaria, en la comunidad se contó con la participación voluntaria de 10 adultos mayores y un líder de la comunidad. Con este grupo de personas se trabajó hasta el final de la experiencia.

3.1.1 Caracterización y saberes previos de la comunidad sobre el uso de bioinsumos y agricultura familiar

Con cada uno de los participantes se llevó a cabo una entrevista semiestructurada (Anexo 1), al aplicar la entrevista se logró establecer algunas características del terreno, el sistema productivo y los saberes previos de los participantes acerca de los conceptos del uso de bioinsumos y la agricultura familiar. En la entrevista se abordaron los siguientes seis aspectos: 1) características del grupo participante, 2) características del terreno, 3) manejo tradicional del patio, 4) identificación de aspectos de la agricultura familiar, 5) conocimientos acerca de insumos biológicos y 6) las variedades vegetales de preferencia para cultivar. A continuación, se presentan y describen los resultados relacionados con cada aspecto indagado.

En la Tabla 3-1, se presentan los resultados de la caracterización del grupo participante, la encuesta se aplicó a once personas, diez de ellas en un rango de edad entre 63 y 91 años (adultos mayores), y una persona de 41 años (adulto) quien realiza acompañamiento como líder de la comunidad, así, el grupo estuvo conformado en su mayoría por personas consideradas adultos mayores, con predominio entre los 60 y 70 años seguido de personas mayores de 80 y luego entre los 70 y 80 años.

Tabla 3-1: Caracterización del grupo participante

1. Caracterización del grupo participante		
<u>Sexo</u>	<u>Masculino</u>	64%
	<u>Femenino</u>	36%
<u>Edad (años)</u>	> 60	9%
	61 – 70	45%
	71 – 80	19%
	< 80	27%
<u>Ocupación principal</u>	<u>Hogar</u>	55%
	<u>Obrero</u>	9%
	<u>Oficios varios</u>	36%

Fuente: Elaboración propia.

Hubo predominio de participación masculina y más de la mitad tenían como ocupación principal las tareas del hogar, seguido del desempeño en oficios varios y un obrero, estos datos resultan contrarios a los reportes según la FAO, 2014 (La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), que indica como mayor participación de las mujeres en la agricultura familiar, en este caso el número de la muestra es pequeño, de tal manera que el porcentaje no sea representativo de la comunidad completa, algunos de los hombres participantes son viudos por lo tanto se desconoce el hecho de que en antaño, en estas familias la madre de familia fuese la encargada de los oficios de la agricultura familiar.

En la Tabla 3-2 se presentan los resultados de la características del terreno, los predios utilizados para el estudio fueron patios de predios del casco urbano con tamaños en su mayoría inferiores a 0,1 ha y algunos entre 0,1 y 0,5 ha. Todos los predios sostenían árboles frutales perennes (mango, cítricos, guanábana, mamón, tamarindo, guayaba) y cultivos transitorios (yuca, plátano, melón, patilla, frijol, maíz, ahuyama, hortalizas). En todos los predios se identificaron signos de compactación del suelo, cerca de la mitad presentaban compactación leve, mientras que la otra mitad presentaba compactación en más del 50 %, acompañado con los signos de compactación, aproximadamente una cuarta parte presentaba otros signos de degradación por salinidad (ausencia de vegetación, o vegetación con síntomas de toxicidad por salinidad y acumulación de sales en superficie). La evidencia de salinidad es una condición de la cual no son conscientes y por lo tanto no relacionan sus efectos con las alteraciones en las plantas de cultivo. Intuitivamente, la condición física del suelo influye en la escogencia de las especies vegetales a sembrar y los periodos en que realizan la siembra, porque los entrevistados asocian la compactación del suelo con la necesidad de agua para manejar esta característica.

Tabla 3-2: Características del terreno

<u>2. Características del terreno</u>		
<u>Tamaño del terreno</u>	<u>>0,1 ha</u>	<u>82%</u>
	<u>0,11 - 0,5 ha</u>	<u>18%</u>
<u>Tipo de vegetación presente</u>	<u>Árboles frutales perennes</u>	<u>100%</u>
	<u>Cultivos transitorios</u>	<u>100%</u>
<u>Condición física predominante del suelo</u>	<u>Compactación mayor del 50%</u>	<u>45%</u>
	<u>Compactación leve</u>	<u>55%</u>
	<u>Evidencia de degradación por salinidad</u>	<u>27%</u>

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3-3, se presentan los resultados sobre el Manejo tradicional del patio, Todos los predios históricamente habían sido considerados “patios familiares”, generalmente los

terrenos ocupan la parte trasera de las casas y que comparten el uso agrícola con actividades sociales y culturales u oficios domésticos propios de cada familia. Aproximadamente la mitad del patio con dedicación como huerto transitorio dependiendo de factores como la disponibilidad de semilla, a los periodos de lluvia, el periodo del año y a veces la influencia social de determinada especie vegetal. En la otra mitad de los predios se mantienen los patios como huertos permanentes que cumplen la función de provisión constante de alimentos que hacen parte de la dieta cotidiana de las familias, aunque no sea la única fuente para cada grupo familiar.

Tabla 3-3: Manejo tradicional del patio

<u>3. Manejo tradicional del patio</u>		
<u>Historial de uso</u>	<u>Patio familiar</u>	<u>100%</u>
	<u>Huerto transitorio</u>	<u>45%</u>
	<u>Huerto permanente</u>	<u>55%</u>
<u>Disponibilidad de agua</u>	<u>Permanente</u>	<u>45%</u>
	<u>Ocasional</u>	<u>55%</u>
<u>Cobertura de la superficie del suelo</u>	<u>Cobertura total</u>	<u>18%</u>
	<u>Cobertura parcial</u>	<u>55%</u>
	<u>Sin cobertura</u>	<u>27%</u>
<u>Riego</u>	<u>Manual</u>	<u>46%</u>
	<u>Con manguera (cuando hay suministro por el acueducto)</u>	<u>82%</u>
<u>Fertilización</u>	<u>Uso de fertilizante químicos</u>	<u>46%</u>
	<u>Uso de abono orgánico</u>	<u>73%</u>
<u>Tipo de Labranza</u>	<u>Mínima</u>	<u>27%</u>
	<u>Siembra directa</u>	<u>73%</u>
<u>Control de plagas y enfermedades</u>	<u>Con agroquímicos</u>	<u>46%</u>
	<u>No aplica</u>	<u>54%</u>

Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de los predios presentaban una cobertura parcial de la superficie del suelo, solamente el 18% una cobertura total y el restante eran suelos desprovistos de vegetación superficial protectora. Esto obedece a la tradición de quitar la cobertura del suelo, como una de las prácticas en el momento de realizar la siembra de los cultivos, dependiendo de cada una de las actividades para las que son utilizados los terrenos se mantienen con cobertura total o parcial, o sin cobertura.

Aproximadamente la mitad de los predios tienen disponibilidad de agua permanente dada por el abastecimiento constante a través del acueducto y los restantes tienen disponibilidad ocasional, por el agua de lluvia o suministro intermitente por el acueducto. Por lo anterior, cerca de la mitad llevan a cabo el riego de los cultivos manualmente, pero cuando hay suministro suficiente de agua por el acueducto, hasta el 82% llevan a cabo el riego con manguera. Una de las grandes necesidades de esta comunidad en particular es la disponibilidad del agua, pues muchos de ellos identifican este factor como determinante para la siembra y su ausencia dificulta o es decisiva para realizar o no el cultivo. En la fertilización de los cultivos cerca de la mitad de los predios se aplican fertilizantes químicos, mientras que el uso de abono orgánico se aplica en el 73%, lo cual no excluye el uso de la fertilización química.

El tipo de labranza predominante es mediante siembra directa, los participantes no creen que sea necesario hacer labranza del suelo, se concentran en la “textura” y humedad del suelo para escoger el terreno dedicado a la siembra, y en algunos predios se lleva a cabo la labranza mínima, y lo consideran necesario para la germinación de la semilla y el mejor crecimiento de la planta. Para el control de plagas y enfermedades un poco más de la mitad no recurre a ningún tipo de insumo, manifiestan que en una siembra correcta y en buen terreno no es necesario, y el 46% hace uso de productos agroquímicos como una ayuda al cultivo.

En la Tabla 3-4, se presentan los resultados de Aspectos de la agricultura familiar, en la mayoría de los predios el cultivo lo realiza el adulto mayor con la ayuda de algún familiar, la mayoría de participantes aprendieron las labores de cultivo en el contexto familiar, un poco más de la mitad aprovecha la cosecha de lo que cultivan solamente para el consumo en su grupo familiar y el 45% considera que aparte del autoconsumo sus cosechas generan

excedentes, pero a pesar de esto, solamente el 18% considera que sus cosechas les generan ingresos directos. Aproximadamente la mitad desarrollan las labores agrícolas permanentemente, mientras que el 27% lo realiza en la temporada donde se presentan las condiciones favorables para los cultivos y otro 27% de manera indistinta ocasionalmente sin obedecer a una programación o periodicidad estricta.

La FAO ha establecido ciertos criterios para identificar cuando se realiza agricultura familiar dentro de una población, entre ellos se encuentra: la siembra con ayuda de un familiar, el aprendizaje de la siembra a través de la familia, la cosecha se utiliza para el consumo de la familia; de acuerdo con las características del grupo participante en estos aspectos, se puede señalar que este grupo cumple con los criterios de una comunidad que realiza agricultura familiar.

Tabla 3-4:

Aspectos de la agricultura familiar

<u>4. Aspectos de la agricultura familiar</u>	
<u>El participante siembra solo</u>	<u>18%</u>
<u>Siembra con ayuda de un familiar</u>	<u>82%</u>
<u>Aprendió a cultivar solo o con otras personas diferentes a familiares</u>	<u>18%</u>
<u>Aprendió a cultivar con un familiar</u>	<u>82%</u>
<u>La cosecha genera excedentes</u>	<u>45%</u>
<u>La cosecha solo para consumo</u>	<u>55%</u>
<u>La cosecha genera ingresos directos</u>	<u>18%</u>
<u>La siembra se realiza permanente</u>	<u>46%</u>
<u>La siembra se realiza por temporada</u>	<u>27%</u>
<u>La siembra se realiza ocasionalmente</u>	<u>27%</u>

Fuente: Elaboración propia.

El 100% de los integrantes considera necesaria la fertilización como una adición de nutrientes al suelo (Tabla 3-5), necesarios para el buen crecimiento de las plantas, sin embargo, para ellos la noción de “fertilización” está estrechamente asociada al uso de agroquímicos, y como garantía directa de buena cosecha, con lo que se puede conseguir la seguridad alimentaria. La mayoría no utiliza insumos biológicos para sus cultivos, pero sí algún tipo de “abono orgánico”, sin asociarlo directamente como algo indispensable para conseguir una mejora sustancial del rendimiento en la cosecha, por lo tanto, no considerado de alguna manera dentro de su idea de “fertilizante”.

En este aspecto, se evidencia el resultado de la labor educativa asociada a la extensión agropecuaria que acompañó la comercialización de agro insumos en la primera revolución verde, donde asocian el uso de los agroquímicos con la certeza de obtener más y mejores cosechas. Además, esto revela la carencia en el desarrollo de estrategias educativas que permitan a los agricultores comprender la importancia de los insumos biológicos con beneficios a nivel económico y ecológico.

Tabla 3-5: Conocimientos acerca de insumos biológicos

<u>5. Conocimientos acerca de insumos biológicos</u>		
<u>Uso de algún insumo biológico</u>	<u>Si</u>	<u>18%</u>
	<u>No</u>	<u>82%</u>
<u>Uso de algún tipo de abono o acondicionador orgánico</u>	<u>Si</u>	<u>91%</u>
	<u>No</u>	<u>9%</u>
<u>Considera importante la fertilización</u>	<u>Si</u>	<u>100%</u>
	<u>No</u>	<u>0%</u>
<u>Le gustaría usar un insumo biológico/orgánico</u>	<u>Si</u>	<u>100%</u>
	<u>No</u>	<u>0%</u>

Fuente: Elaboración propia.

En la comunidad hay cuatro cultivos de alta preferencia en los que manifestaron interés de probar el uso de insumos biológicos, la yuca el maíz, el frijol cabecita negra y el plátano, que son justamente los cultivos de mayor importancia en la dieta familiar, además de estos cultivos también se manifestó el interés moderado por experimentar con verduras como habichuela, pimentón, ahuyama y berenjena, a pesar que los frutales son especies importantes en la totalidad de los patios, no se manifestó el interés por el uso de bioinsumos en estas plantas de cultivo.

Tabla 3-6: Variedades vegetales de preferencia para cultivar

6. Variedades vegetales de preferencia para cultivar					
Selección de especies de interés para evaluar el uso de bioinsumos en la agricultura familiar					
<u>Yuca</u>	<u>91%</u>	<u>Berenjena</u>	<u>18%</u>	<u>Pimentón</u>	<u>27%</u>
<u>Maíz</u>	<u>91%</u>	<u>Ahuyama</u>	<u>27%</u>	<u>Plátano</u>	<u>64%</u>
<u>Frijol cabecita negra</u>	<u>73%</u>	<u>Habichuela</u>	<u>36%</u>		

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Diseño en conjunto de una propuesta estructurada de la estrategia didáctica para el uso de bioinsumos en la agricultura familiar (Diseño de experimentos con ácidos húmicos y las especies de cultivo seleccionadas)

3.2.1 Identificación de conceptos clave que explican los mecanismos de acción de los ácidos húmicos sobre las plantas de cultivo

La revisión bibliográfica permitió establecer los conceptos actualizados que resultan claves para poder explicar, desde una base científica, los mecanismos que conllevan a que los ácidos húmicos ocasionen múltiples efectos benéficos sobre las plantas de cultivo. La

apropiación de estos conceptos por parte del investigador resulta fundamental para la construcción de una estrategia didáctica de aprendizaje que permita transferir este conocimiento de una manera sencilla, práctica y significativa a los usuarios.

La comprensión profunda de estos conceptos permitió contrastar el conocimiento del tema, con las respuestas dadas por los participantes en los diferentes ítems de la encuesta semiestructurada, de esta manera, las respuestas dadas por los participantes, teniendo como marco el concepto, dieron una directriz al investigador acerca de los vacíos o inconsistencias conceptuales y cuáles son las percepciones de los participantes, permitiendo escoger el enfoque para presentarle a los participantes los conceptos a tratar. A continuación (Tabla 3-7), se presenta una síntesis de los conceptos identificados.

Tabla 3-7: Conceptos claves seleccionados

<u>CONCEPTO CIENTÍFICO</u>	<u>CONCEPTO ADQUIRIDO POR LOS PARTICIPANTES</u>
Estrés vegetal	Cuando las plantas son cultivadas en ambientes muy difíciles (alta temperatura, falta de agua, suelo apretado, suelo pobre) y crecen lentamente, se ven muy débiles y poco saludables.
Bioestimulantes	Productos que se obtienen de recursos naturales (animales, plantas, abono negro), que se aplican en muy pequeñas cantidades a las plantas cultivadas para ayudarlas a crecer y absorber mejor el agua y los nutrientes que tiene el suelo, no son fertilizantes químicos, pero ayudan a que las plantas se nutran mejor.
Materia orgánica del suelo	Sustancia que se forma en el suelo cuando se deshace, la hojarasca, las plantas y animales muertos; ayuda a que el suelo sea más esponjoso, menos pesado, a que retenga más agua (como una esponja), le da color más oscuro y lo hace mejor para que crezcan las raíces de las plantas.
Ácidos húmicos	Una parte de la sustancia líquida y más o menos pegajosa que le da el color negro al suelo y ayuda a que sea de buena calidad, abunda en la "tierra negra", pero se puede sacar (extraer) de otros materiales que no son suelo pero que también son negros, como el abono orgánico, los sedimentos

	negros (barro), los desechos de cocina y alimentos cuando se descomponen, la turba y el carbón de leña.
Bioactividad de los ácidos húmicos	Cuando los ácidos húmicos se aplican a las plantas y aunque no son abono químico (ni se aplican en grandes cantidades como ellos), las plantas comienzan a crecer más rápido y con mejor aspecto.
Efecto Like auxin de los ácidos húmicos	Es cuando los ácidos húmicos se aplican a las plantas y ellas comienzan a producir raíces más abundantes, más largas y muchas raicillas delgadas.
Estimulación metabólica de los ácidos húmicos	Cuando las plantas que han sido fumigadas con ácidos húmicos comienzan a verse más vigorosas, con hojas más verdes y grandes. Cuando producen la cosecha, esta es mayor.
Efecto de "Priming químico" de los ácidos húmicos	Cuando las plantas que están estresadas son fumigadas con ácidos húmicos y comienzan a recuperarse y resistir mejor esas condiciones difíciles, como si fueran plantas cultivadas en un mejor terreno, incluso tiene menos plagas y hojas enfermas.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Diseño de la estrategia didáctica para el uso de bioinsumos en la agricultura familiar. Del laboratorio al patio

El diseño de esta estrategia didáctica tuvo como base la aplicación de la teoría del aprendizaje significativo, la psicología constructivista y un enfoque participativo, aplicando el método de Investigación Acción Participación AIP, llevado a la ejecución a través del desarrollo de una experiencia de "laboratorio vivo". Teniendo en cuenta que la mayoría de los participantes del proyecto son adultos mayores, y que el proceso de enseñanza aprendizaje no tiene lugar en un escenario de educación formal, la estrategia didáctica diseñada corresponde a una experiencia relevante de aprendizaje, ubicada en un contexto que permite estar en una situación mediante la cual se dan las condiciones para aplicar y transferir el conocimiento.

Se diseñó una estrategia didáctica que permita ampliar las percepciones y conocimientos de los participantes de forma práctica, utilizando sus patios como huertos, y los huertos

como un “Laboratorio Vivo” donde puedan realizar un acercamiento a la comprensión del concepto sobre los mecanismos de acción de los ácidos húmicos sobre las plantas, desde la huerta como una alternativa innovadora de enseñanza y aprendizaje.

A través del proceso de “conocer” se identificaron aspectos que describen la población que fue objeto del proceso de enseñanza, en este caso fueron los once integrantes de la comunidad afrodescendiente los Cardonales, el acto de conocer se cumplió a través de los diálogos de saberes en los talleres realizados, a través de la aplicación de la encuesta semiestructurada y el compartir con cada participante en las jornadas de trabajo individuales para el desarrollo de los experimentos en cada patio. A través del proceso de “actuar” se abordó la realidad de una manera práctica, para construir de manera conjunta el conocimiento sobre el tema de estudio. El actuar se llevó a cabo a través de la experimentación conjunta aplicando la estrategia de “Laboratorios vivos”.

A continuación, se describe cómo se involucró en la estrategia didáctica Laboratorios vivos, cada uno de los componentes del método AIP para el caso de estudio.

Para aplicar la estrategia se plantearon las cuatro etapas o momentos recomendados por Guzmán et al, 1994, La observación participante, la investigación participativa, la acción participativa y La evaluación. A continuación, se describe cada una de ellas aplicada a la presente estrategia y su resultado, la investigación participativa y la acción participativa se presentan en conjunto dada la alta interacción e interdependencia entre sus actividades:

Observación participante. Como componentes de esta etapa se consideran las siguientes actividades: Caracterización de la comunidad afrodescendiente Los Cardonales, esta etapa consistió en la convocatoria y conformación del grupo de trabajo, la revisión de los conceptos de agricultura familiar y el uso de bioinsumos a través de la entrevista semiestructurada.

Investigación participativa. El grupo de trabajo para este proceso de enseñanza no es el típico de un proceso de enseñanza aprendizaje escolar, y es una de las razones para la selección del laboratorio vivo. Antes de llevar a cabo la experiencia mediante el establecimiento de los experimentos, fueron tratados mediante el desarrollo de los talleres,

los conceptos clave seleccionados que explican los mecanismos de acción de los ácidos húmicos sobre las plantas de cultivo.

Acción participativa. Para el diseño del experimento, se realizó una lectura de los resultados de la entrevista semiestructurada, una revisión de la historia propia de la comunidad, tanto en lo ambiental así como del proceso de reparación postconflicto, basado en sus costumbres e identidad cultural, la participación permeó todos los procesos y actividades llevadas a cabo, desde la toma de decisiones para la manera como se llevaría a cabo el experimento, el establecimiento del laboratorio vivo (Parcelas en los patios) y la evaluación de los resultados del experimento (variables morfoagronómicas). En este caso, modificar el paradigma de la fertilización química, incorporando a la estructura del conocimiento preexistente sobre la manera de cultivar en la agricultura familiar, el concepto de los insumos biológicos para la agricultura, específicamente los ácidos húmicos y la importancia de la materia orgánica del suelo.

Evaluación. En esta etapa se realizó la sistematización e interpretación de los resultados encontrados en el proceso de comprensión de conceptos clave que explican los mecanismos de acción de los ácidos húmicos sobre las plantas de cultivo a través de huertos en los patios familiares como laboratorios vivos. La observación vivencial de efectos, fenómenos y resultados observados en los diferentes ejercicios experimentales permite hacer asociaciones que conducen al aprendizaje significativo y facilitan la integración del nuevo concepto que se ha construido, al conocimiento preexistente.

3.2.3 Selección de aspectos metodológicos con la comunidad, a través de la investigación participativa, basados en el modelo de agricultura familiar

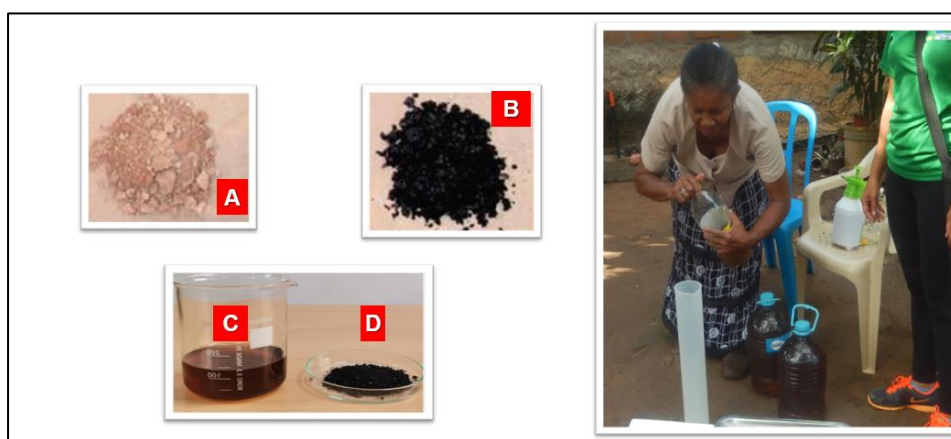
Para la selección de los aspectos metodológicos fue necesario realizar dos talleres con el grupo de participantes, en el primer taller se hizo una presentación de los conceptos escogidos como relevantes para la explicación del mecanismo de acción de los ácidos húmicos: Charla-taller 1. Suelo negro (ÁCIDOS HÚMICOS), y en el segundo se seleccionaron los aspectos con fines metodológicos tanto para el establecimiento de los

experimentos, como las variables morfo agronómicas de mayor interés como parámetros de “buena cosecha” según los cultivadores, para la evaluación del efecto de los ácidos húmicos sobre las plantas: Charla-taller 2. Plan de trabajo y buena cosecha (Parámetros concertados de siembra y evaluación de ÁCIDOS HÚMICOS).

Charla-taller 1. (Día de campo) Suelo negro - ÁCIDOS HÚMICOS. En esta primera charla-taller ÁCIDOS HÚMICOS, se realizó un ejercicio de aprendizaje por asociación, se buscó establecer una relación entre los conceptos simplificados de los ácidos húmicos y la calidad del suelo, para ello se prepararon los siguientes elementos:

- Muestras de suelo deficientes en materia orgánica humificada, cuya característica sobresaliente es una coloración clara, amarillenta, parecida a la de los suelos típicos de la región que se caracteriza por tendencia a la aridez (A).
- Muestra de suelo rico en materia orgánica humificada, cuya principal característica es una coloración marrón oscura, asociada a una buena formación de agregados, estructura y retención de agua (B).
- Ácidos húmicos diluidos en solución acuosa (C).
- Ácidos húmicos en polvo (D), extraídos previamente en laboratorio.

Figura 3-1: Charla-taller 1. (Día de campo) Suelo negro



El desarrollo del acto pedagógico durante el taller tuvo los siguientes momentos:

1. Se presentó a los participantes las dos muestras de suelo A y B, y se les pidió que observen sus características, posteriormente se les realizó la primera pregunta:

¿Cuál de los dos tipos de suelo, A o B, ¿utilizarían de preferencia al momento de la siembra de sus cultivos?

Respuesta: Todos los participantes respondieron que utilizarían el suelo correspondiente a la muestra B, pues para ellos sus características indican un suelo “saludable y bonito”, las semillas iban a crecer rápido, fuertes, con menos problemas de plagas y los frutos iban a ser de mayores proporciones.

2. Teniendo en cuenta el consenso alcanzado en respuesta la pregunta anterior, se procedió a formular una segunda pregunta:

¿Por qué razón escogerían el tipo de suelo correspondiente a la muestra B?

Respuesta: Todos los participantes explicaron, como principal argumento, que el color oscuro del suelo era para ellos un indicador de que ese suelo tenía buenos nutrientes, y que era preferible ante los otros tipos de suelo.

3. A partir de esta respuesta, se tomó una porción del suelo de la muestra B y se le adiciono agua, se les pidió apretar el suelo entre el puño, y observar el color del agua que escurría. De esta manera el grupo pudo evidenciar el agua de coloración oscura, seguidamente se les mostró la solución previamente preparada de ácidos húmicos (C) y al observar se concluyó que la coloración era parecida a la del agua que drena del suelo.

4. Tomando la solución de ácidos húmicos (C), se les explicó que preparar esa solución se habían tomado materiales ricos en materia orgánica, como la que le da el color negro al suelo y se habían extraído esos compuestos y se habían secado para que quedaran en forma de polvo(D), se explicó que a estos compuestos se les llama ácidos húmicos, nombre dado por el color oscuro. De esta manera el grupo de participantes asoció el color negro del suelo considerado de buena calidad (B) y por lo tanto a los ácidos húmicos como la sustancia responsable de otorgar dicha calidad.

5. Luego se presentó la muestra de ácidos húmicos en polvo (D), se explicó la importancia de la función que estas sustancias cumplen en el suelo, y se analizó participativamente

que esta es la razón por la que hay una diversidad de productos comerciales llamados enmiendas orgánicas o acondicionadores orgánicos que ayudan a “acondicionar” el suelo para que mejore sus propiedades, el insumo más familiar para los participantes es el abono negro, que algunos de ellos declararon aplicar en sus cultivos.

6. Una vez lograda la asociación de conceptos previos, se explicó a los participantes los siguientes aspectos:

- A partir de esas sustancias negras que están en el suelo, “las sustancias húmicas”, cuando este es de buena calidad, los científicos pueden ir a un laboratorio y extraer una porción más específica de compuestos, a los que llamaron “ácidos húmicos”.
- Los científicos recientemente demostraron que esos ácidos húmicos no solamente ayudan a las propiedades del suelo, sino que además pueden aplicarse a las semillas, a las plántulas o a los árboles, mediante fumigación con la solución (C), y en respuesta, las plantas crecen mejor y producen mejor cosecha. Esto es lo que se conoce como “bioestimulación”.
- Los ácidos húmicos parecen ayudar más a las plantas que crecen en condiciones muy difíciles (sequía, aridez, suelos pobres, altas temperaturas, sales en el suelo), como las condiciones del suelo del corregimiento de Guacoche.

7. Finalmente se consultó a los participantes si querían hacer un experimento para comprobar si era verdad, y de qué manera, los ácidos húmicos tienen ese efecto positivo en sus plantas de cultivo.

Una vez concluida la actividad, todos los participantes se mostraron motivados y dispuestos a participar de la estrategia de “laboratorios vivos”.

Charla-taller 2. (Día de campo) Plan de trabajo y buena cosecha (Parámetros concertados de siembra y evaluación de ÁCIDOS HÚMICOS). Teniendo en cuenta los saberes tradicionales de la comunidad, y los saberes compartidos en la Charla-taller 1. Suelo negro - ÁCIDOS HÚMICOS, se elaboró un plan de trabajo para el desarrollo de experimentos individuales en cada patio y se definieron los parámetros para la evaluación del efecto de los ácidos húmicos sobre las plantas.



Figura 3-2: Charla-taller 2. (Día de campo) Plan de trabajo y buena cosecha

Plan de trabajo concertado para el desarrollo de los experimentos. En esta jornada, confirmaron su participación once personas, dos de ellas son pareja, por lo tanto, se contará con diez unidades experimentales.

- Cultivo elegido: La especie de cultivo de interés a trabajar fue el maíz y en algunos casos acompañado por frijol cabecita negra (no se recolectaron datos por no se llegó a un consenso entre los participantes), teniendo en cuenta las especies de cultivo propuestas en la encuesta semiestructurada.
- Preparación del terreno: Cada participante sugirió el lugar de la siembra en su patio, al igual que el tamaño del terreno a utilizar, además, hubo preferencia en delimitar el espacio de la siembra para protegerlo de la presencia de aves de corral.
- Preparación de la semilla: Las semillas fueron sometidas a proceso de imbibición por 24 horas, las semillas a sembrar en la parcela 1 se inhibieron en la solución con AH y las semillas a utilizar en la parcela 2 se inhibieron en agua, tras la imbibición se esperó a que las semillas estuvieran germinadas y se seleccionaron semillas con coleóptilos de tamaños similares para la siembra en los dos lotes (Se realizó un taller para la observación y la diferencia entre la germinación entre los dos tratamientos).

- **Diseño del experimento:** El terreno seleccionado en cada lugar de los respectivos patios de casa, se dividió en dos parcelas, de esta manera los participantes pudieron comprobar el efecto en las semillas tratadas con AH (100mg/L en solución de CaCl₂ 0,2M) - Parcela 1 (tratamientos ácidos húmicos) y sin adición de AH - Parcela 2 (tratamiento control).
- **Siembra:** En la preparación del suelo, retiraron la cobertura vegetal si existía (limpieza del suelo). Se realizaron surcos con labranza mínima en las dos parcelas, y la siembra fue de manera directa, colocando tres semillas por hoyo, las semillas previamente sumergidas por 24 horas en la solución de AH, o solamente en agua para el tratamiento control, cada hoyo estuvo separado 50 cm aproximadamente; excepto el tratamiento con las semillas con AH, todos los pasos se ejecutaron respetando los saberes tradicionales.
- **Mantenimiento de los cultivos:** El riego del cultivo se realizó de forma manual, a criterio de cada participante. La primera aplicación foliar del insumo biológico (solución de ácidos húmicos 100mg/L en solución de CaCl₂ 0,2M), se realizó mediante aspersión con una fumigadora, dos semanas después de la emergencia de las plántulas y la segunda a los 30 días, esta fue la única intervención que se hizo al cultivo, diferente al manejo cotidiano del cultivo.
- **Seguimiento de los cultivos:** El acompañamiento a cada participante se hizo mediante visitas semanales, para aclarar dudas, en caso de que existieran e inspeccionar las condiciones del cultivo.

3.2.4 Parámetros de buena cosecha (Parámetros concertados para la evaluación de la respuesta de las plantas al tratamiento con ÁCIDOS HÚMICOS)

Finalmente, basados en diálogo de saberes con los integrantes de la comunidad se concertaron las variables morfo agronómicas de mayor interés como parámetros de “buena cosecha” según los cultivadores. Estas variables fueron:

Longitud de la mazorca, “el tamaño es importante porque cuando uno ve un cultivo uno se fija en que tan grandes son y de ahí piensa si la tierra es buena o no”

Grosor (perímetro) de la mazorca, “también hay que ver si son gruesas o si están flacas, porque de qué sirve que la mazorca sea grande pero no tenga casi granos o este raquítica”

Número de granos por mazorca, “a veces las mazorcas no tienen todos los granos, entonces es bueno mirar si los trae completo”

Número de calles por mazorca, “si la mazorca es más gruesa, lo más seguro es que tenga más calles” Peso fresco por mazorca, “Es bueno saber si es pesada, porque de pronto es pequeña, pero pesa más que una grande”

Además, por parte del investigador se hizo el registro de las siguientes variables, consideradas tradicionalmente indicativas en este tipo de estudios: peso seco (biomasa) follaje y peso seco (biomasa) raíz.

3.3 Validación de la estrategia didáctica en la comunidad rural.

3.3.1 Desarrollo y aplicación de la estrategia didáctica “Del laboratorio al patio”

Observación participante. La caracterización y saberes previos de la comunidad sobre el uso de bioinsumos y agricultura familiar a través de la entrevista semiestructurada. Se aplicó la estrategia didáctica propuesta en la comunidad rural, para su desarrollo se contó con la participación voluntaria de un grupo de diez personas. Cada uno de los participantes desarrolló en el patio de sus casas un experimento de estimulación de la especie seleccionada, contando con la capacitación demostrativa y el acompañamiento del grupo de apoyo.

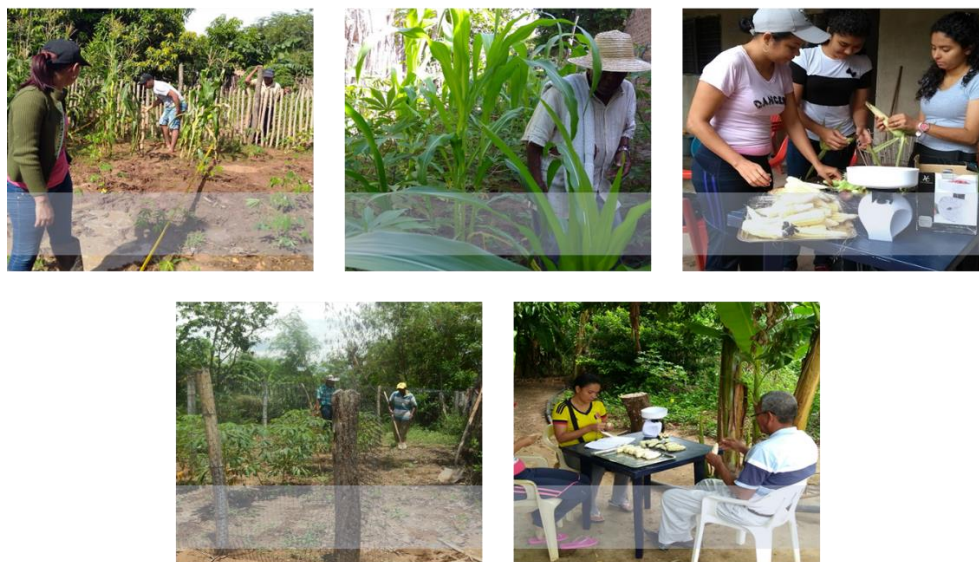


Figura 3-4: Observación del grupo participante y apoyo de investigadores

Este grupo estuvo conformado por: La estudiante de maestría (Liliana Gómez Gómez), un asesor científico experto en fitoestimulantes y experiencia en trabajos con ácidos húmicos perteneciente al grupo de investigación Microbiología Agrícola y Ambiental (MAGYA) de la Universidad Popular del Cesar (UPC), Nelson Osvaldo Valero Valero), una persona de enlace líder de la localidad (Álvaro Gómez Vargas -rector del I.E. José Celestino Mutis) y una estudiante de apoyo adscrito al grupo de investigación.

Investigación participativa. En este caso, a través de los talleres, se buscó que la comunidad encontrara evidencia verificable para comprender que los ácidos húmicos ocasionan efectos benéficos en las plantas y mejoran su crecimiento y productividad. Se parte de una realidad en la cual en el grupo de adultos mayores existe un concepto establecido sobre el paradigma de los insumos de síntesis química en la agricultura, pero también tienen ideas y nociones sobre el papel de insumos biológicos, ya tienen la noción de que la materia orgánica (negra) es buena para el suelo (el suelo negro es de calidad) y el cultivo, pero con la experiencia se demuestra que la materia orgánica humificada contiene la fracción de ácidos húmicos (que se asocia con el color negro del suelo), sin

embargo, construyen su propio aprendizaje significativo, a partir de la relación que hacen entre el concepto (teoría) y la experiencia (práctica).

Acción participativa. En cada predio se desarrolló el experimento bajo un diseño completamente al azar con dos tratamientos: 1) Tratamiento control, que consiste en la manera como los participantes cultivan normalmente la planta seleccionada, 2) Tratamiento con ácidos húmicos utilizado como bioestimulante vegetal. Los pasos para el desarrollo del experimento con cada uno de los participantes fueron:

- ★ Visita a los patios de los participantes y seleccionar el área para el establecimiento del experimento.
- ★ Cerramiento del área experimental con malla, para delimitar y proteger el cultivo.
- ★ Preparación del terreno en cada patio, siguiendo las técnicas tradicionalmente utilizadas por cada cultivador.
- ★ Tratamiento de las semillas de maíz utilizadas para el experimento, para la siembra se escogieron grupos de semillas pregerminadas con tamaño homogéneo de la radícula.
- ★ Siembra de las semillas en las áreas seleccionadas en cada patio para el experimento, con la participación del grupo familiar. En esta actividad la siembra se hizo aplicando los saberes tradicionales de cada uno de los participantes.



Figura 3-4: Establecimiento del Laboratorio Vivo (Parcelas en los Patios)

★ Visitas periódicas a cada grupo familiar, para hacer seguimiento y mantenimiento de los experimentos en cada uno de sus patios, en esta actividad se realizaron las observaciones sobre el desarrollo y estado del cultivo en los patios familiares, se establecieron diálogos sobre las observaciones e impresiones expresadas por los participantes.

Figura 3-5: Visitas periódicas a parcelas en los Patios



Figura 3-5: Visitas periódicas a parcelas en los Patios (Continuación)



Figura 3-5: Visitas periódicas a parcelas en los Patios (Continuación)



★ Aplicación foliar de ácidos húmicos (100mg/L en solución de CaCl_2 0,2M), se hicieron dos aplicaciones soluciones de ácidos húmicos a los cultivos, la primera a los quince días y la segunda a treinta días de cultivo, para ello se utilizó una fumigadora de espalda para hacer la aspersion.

★ Diálogo de concertación para realizar la cosecha del cultivo en cada uno de los patios familiares y llevar a cabo el desmontaje del experimento para registrar las variables de respuesta.

★ Recolección de la cosecha y registro de variables concertadas por parte del equipo del grupo de apoyo y el grupo familiar que participó en cada experimento. Se establecieron diálogos acerca de los resultados y comparaciones de las variables medidas para establecer diferencias entre los dos tratamientos del experimento.

★ Toma de cinco plantas al azar para secado y medición de biomasa en laboratorio.

★ Procesamiento en el laboratorio de las muestras tomadas en los experimentos patios familiares, con el fin de determinar variables cuantitativas (biomasa de follaje y raíz).

3.4 Evaluación de la estrategia didáctica en la comunidad rural

En esta etapa se realizó la evaluación cualitativa de los resultados de la experiencia, y también la sistematización e interpretación de los resultados de los experimentos desarrollados mediante los laboratorios vivos.

Se revisó el impacto en términos de procesos de aprendizaje y resultados alcanzados, fue relevante coleccionar de manera permanente información de las actividades acerca tanto del proceso como de sus resultados medibles.

3.4.1 Evaluación cualitativa

En el transcurso del experimento en los laboratorios vivos se hicieron visitas de trabajo cada semana o cada dos semanas a los participantes, donde se hacía seguimiento al experimento y se establecían diálogos acerca de la experiencia, de esta manera se recogieron las impresiones que daban cuenta de la incorporación de conceptos al conocimiento preexistente.



Sin AH



Con AH



Figura 3-6: Evaluación cualitativa de raíz y mazorcas de los dos tratamientos

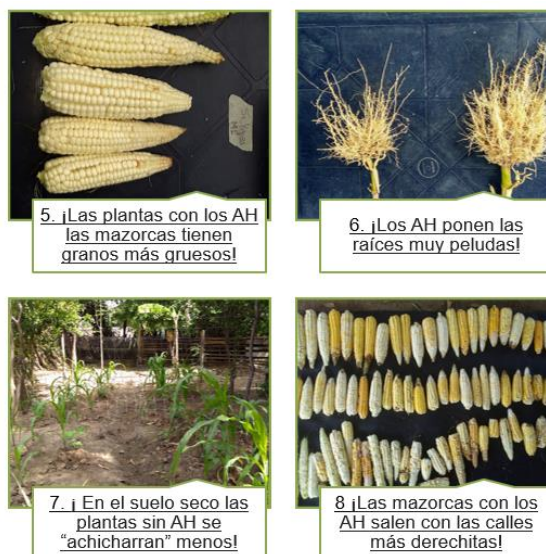
Para concluir la experiencia *Del Laboratorio al patio*, se llevó a cabo con cada uno de los participantes la cosecha del maíz. Los participantes cultivadores participaron en hacer las mediciones de las variables cuantitativas en campo e igualmente hicieron reconocimiento de las diferencias cualitativas entre las plantas correspondientes a los dos tratamientos. A través de la experiencia conjunta de evaluar el resultado del experimento, se evidenció la explicación dada por los participantes a los efectos observados, indicando la incorporación los conceptos sobre el efecto de los AH sobre las plantas y sus principales mecanismos de acción, de esta manera se verificó el aprendizaje.

A continuación, se sintetizan expresiones que los participantes manifestaron para referirse a los fenómenos diferenciales que observaron entre los dos tratamientos, los cuales concuerdan con los efectos relacionados con los mecanismos de acción de los AH sobre las plantas; así estas observaciones y expresiones dieron pie para explicar y profundizar en la asimilación de los conceptos, de forma personalizada, adquiriendo el significado que conlleva a la construcción del conocimiento:

Figura 3-7: Expresiones de los participantes en la evaluación cualitativa.

- Expresiones como: “El lote de los AH tiene las mazorcas más macizas” indica que hubo reconocimiento del concepto de estimulación metabólica, que conduce a un incremento en la eficiencia fotosintética que conlleva ganancia en biomasa en las mazorcas, por lo que el adjetivo de “macizas” transmite la idea de incremento en tamaño y vigor.
- “Del lado donde estaban con AH crecieron más matas”, esta afirmación indica que hubo mayor porcentaje de plantas emergidas bajo el tratamiento de las semillas con AH, con lo cual se infiere que se comprendió el concepto de bioestimulación, como un fenómeno que conduce a incrementar el vigor de las semillas germinadas y la estimulación del desarrollo vegetal.
- “Las plantas con AH estaban gemelas”, significa que las plantas produjeron dos mazorcas en el mismo nudo, con lo cual se incrementa la cosecha, con lo cual se evidencia el concepto de regulación de la expresión de genes, por acción bioestimulante de los AH, que conducen a este efecto.
- “Las plantas de la parcela con AH se ponen más verdecitas”, indica que se comprendió el efecto de estimulación metabólica en la lámina foliar, efecto documentado para los AH, que conduce a un incremento en la síntesis de clorofila y a la vez la inhibición de la degradación de clorofila, igualmente se evidencia el efecto de una mejor asimilación del nitrógeno, que hace parte de la molécula de clorofila.

Figura 3-7: Expresiones de los participantes en la evaluación cualitativa (Continuación)



- “Las plantas con los AH las mazorcas tienen granos más gruesos”, Esta expresión también indica que se logró comprender que las plantas producen mejor llenado de los granos, ocasionado por la translocación de fotoasimilados de las hojas a los sumideros, lo que se relaciona con la estimulación de la eficiencia fotosintética.
- “Los AH ponen las raíces muy peludas”, Indica que hubo reconocimiento del efecto “like auxin” de los AH, mediante el cual se produce una estimulación en la mitosis en las raíces, conllevando a la proliferación de raicillas secundarias y pelos radicales, siendo este uno de los efectos más documentados sobre el efecto de los AH sobre la fisiología de las plantas, conllevando a una modificación de la arquitectura radical que mejora el desempeño de la planta en la absorción de agua y nutrientes.
- En el suelo seco las plantas sin AH se “achicharran” menos, esta expresión fue bastante frecuente para explicar la manera como los AH conducen a una tolerancia al estrés por sequía en las plantas, este es otro mecanismo de acción documentado para la bioestimulación con AH, especialmente para mitigar los efectos del estrés bajo condiciones marginales.

Figura 3-7: Expresiones de los participantes en la evaluación cualitativa (Continuación)



- “Las mazorcas con los AH salen con las calles más derechitas”, Indica que se comprendió que los AH ocasionan un efecto estimulador en la uniformidad del llenado de los granos y el desarrollo de las mazorcas, reduciendo el número de granos cuyo

crecimiento es detenido o son abortados, creando espacios que conllevan a discontinuidad en las hileras de granos.

- Las maticas con AH tenían menos “plaga”, indica que hubo comprensión del efecto de los AH sobre la sanidad de las plantas, reduciendo el estrés biótico, mediante mecanismos fisiológicos documentados, que conducen a mejorar la resistencia ante plagas y patógenos.

3.4.2 Evaluación cuantitativa

Se realizó cuando el investigador registraba los datos cuantitativos para validar estadísticamente el resultado de cada uno de los experimentos, de esta manera se dio validez y respaldo científico a las conclusiones elaboradas por las participantes, basadas en sus observaciones.

Las siguientes variables fueron medidas en conjunto con cada uno de los participantes, dado que fueron las que seleccionaron por ser de su mayor interés: Longitud de la mazorca; Grosor (perímetro) de la mazorca; Número de granos por mazorca; Número de calles por mazorca y Peso fresco por mazorca. Las siguientes variables adicionales fueron medidas solamente por el investigador, sobre 5 unidades experimentales seleccionadas al azar, para dar mayor validez a la comprobación del resultado: Biomasa del follaje por planta y Biomasa de raíz por planta.

Para cada grupo de datos de cada variable en cada experimento se hizo un análisis de la normalidad de los datos, aplicando el método de comparaciones múltiples y de Levene. Posteriormente se realizó análisis de varianza con los datos para cada variable que cumplió los supuestos de normalidad y en caso de existir diferencia entre las medias de tratamientos, se procedió a realizar la comparación de promedios por el método de Tukey con una significancia del 95%. Para los datos que no cumplieron las pruebas de normalidad se realizó el análisis de Kruskal Wallis y la Prueba de comparación de medianas U de Mann Whitney con una significancia del 95%. A continuación, se presentan y describen los resultados para cada variable:

▪ Perímetro de mazorcas

En 6 de los 10 patios (Tabla 3-8) las mazorcas de las plantas tratadas con AH fueron de un perímetro promedio mayor con respecto a las del tratamiento control, pero solamente se encontró diferencia estadística significativa en cuatro, en un patio los valores fueron iguales para los dos tratamientos y en tres fueron inferiores en el tratamiento con AH, pero sin diferencia significativa.

En general se observa una tendencia hacia un efecto positivo de los AH sobre esta variable, con incrementos que van desde el 6% (patio 9) al 32% (patio 8). En el patio número tres, donde se presentó una diferencia negativa entre el tratamiento control y el tratamiento con los AH se trataba de un terreno muy heterogéneo con efecto de sombra de un árbol de mango y desechos de construcción en el suelo donde se estableció el tratamiento control, por lo que al final del experimento solamente sobrevivió una planta, que al crecer sin plantas competidoras alrededor fue de mayor tamaño considerablemente.

En el patio dos se cometieron algunos errores experimentales no controlados, pero que fueron comunicados por el participante.

Tabla 3-8: Perímetro de mazorca

Perímetro de Mazorca (cm)							
Patios	Control		Acidos Húmicos			P	
1 (Sra Carmen)	8,93	± 2,20	10,68	± 1,79		0,03 *	
2 (Sr Fello)	11,42	± 2,25	11,22	± 2,72		0,92	
3 (Sra Ligia)	13,50	±	11,47	± 1,59		0,68	
4 (Sra Maritza)	8,45	± 1,55	9,76	± 2,01		0,16	
5 (Sr Jaime)	10,64	± 2,40	9,69	± 2,11		0,25	
6 (Sr Willman)	8,93	± 1,37	10,68	± 1,36		0,00 *	
7 (Sr Yepes)	11,50	± 1,41	10,50	± 1,86		0,10	
8 (Sr Manuel)	8,80	± 0,91	11,61	± 1,54		0,00 *	
9 (Sr Dario)	10,90	± 1,33	11,62	± 1,77		0,10	
10 (Sr Eugenio)	11,68	± 2,72	12,61	± 2,08		0,00*	

(*) Diferencia significativa entre los dos tratamientos (P=0,05 Tukey)

▪ Longitud de Mazorcas

En cuatro de los diez patios (Tabla3-9) las mazorcas de las plantas tratadas con AH fueron en promedio más largas con respecto a las del tratamiento control, pero solamente se encontró diferencia estadística significativa en uno, en cuatro patios los valores fueron muy similares para los dos tratamientos y en dos fueron inferiores para el tratamiento con AH, pero sin diferencia significativa. En general los incrementos para esta variable estuvieron entre el 8 y el 27%.

En los patios dos y tres fue donde se presentaron los valores inferiores al control en el tratamiento con AH, cuyas posibles causas se documentaron anteriormente.

Tabla 3-9: Longitud de mazorca

Longitud de mazorca (cm)							
Patios	Control			Acidos Húmicos			P
1 (Sra Carmen)	10,00	±	4,40	12,69	±	1,93	0,04 *
2 (Sr Fello)	15,70	±	4,34	14,59	±	3,72	0,37
3 (Sra Ligia)	15,00	±		13,90	±	3,48	0,22
4 (Sra Maritza)	13,65	±	2,96	13,21	±	4,18	0,81
5 (Sr Jaime)	11,77	±	4,51	11,83	±	2,96	0,96
6 (Sr Willman)	10,45	±	3,24	11,79	±	2,89	0,20
7 (Sr Yepes)	15,70	±	3,47	17,00	±	2,09	0,41
8 (Sr Manuel)	13,60	±	2,10	15,22	±	3,54	0,33
9 (Sr Dario)	15,63	±	1,78	15,68	±	2,91	0,08
10 (Sr Eugenio)	15,33	±	3,53	15,78	±	3,82	0,31

(*) Diferencia significativa entre los dos tratamientos (P=0,05 Tukey)

▪ Número de granos por mazorca

En esta variable, siete de los diez patios (Tabla3-10) presentaron incrementos en los valores del tratamiento con AH con respecto al control, seis con diferencia estadística significativa, en dos patios se presentaron valores similares entre los dos tratamientos (patios 2 y 4) y en dos patios valores negativos, pero sin diferencia significativa. Uno de los patios donde hubo diferencia negativa corresponden al número tres, cuyas posibles causas fueron documentadas previamente.

Tabla 3-10: Numero de granos por mazorca

Número de granos por mazorca							
Patios	Control		Acidos Húmicos		P		
1 (Sra Carmen)	79,50	±	91,22	172,36	±	45,45	0,00 *
2 (Sr Fello)	215,56	±	87,06	231,58	±	83,52	0,21
3 (Sra Ligia)	276,00	±		203,40	±	106,6	0,65
4 (Sra Maritza)	177,00	±	109,33	178,67	±	42,40	0,25
5 (Sr Jaime)	349,50	±	148,66	178,92	±	99,62	0,00 *
6 (Sr Willman)	92,10	±	65,52	168,06	±	89,67	0,00 *
7 (Sr Yepes)	275,20	±	37,06	379,00	±	42,25	0,00 *
8 (Sr Manuel)	49,67	±	19,35	197,86	±	116,9	0,03 *
9 (Sr Dario)	215,00	±	103,49	281,41	±	110,6	0,06
10 (Sr Eugenio)	240,37	±	107,76	281,04	±	115,2	0,00 *

(*) Diferencia significativa entre los dos tratamientos (P=0,05 Tukey)

- **Peso fresco por mazorca**

Tabla 3-11: Peso fresco por mazorca

*Peso fresco por mazorca (g)							
Patios	Control		Acidos Húmicos		P		
1 (Sra Carmen)	37,50	±	27,54	57,50	±	16,03	0,10
2 (Sr Fello)	87,72	±	41,85	97,50	±	28,32	0,23
3 (Sra Ligia)	100,00	±		70,00	±	22,36	0,37 U
4 (Sra Maritza)	28,33	±	17,22	50,00	±	30,24	0,09
5 (Sr Jaime)	65,45	±	48,65	47,62	±	30,48	0,57 U
6 (Sr Willman)	23,33	±	8,88	62,00	±	27,26	0,00 *
7 (Sr Yepes)	57,50	±	17,08	60,00	±	28,28	0,90
8 (Sr Manuel)	34,00	±	8,94	87,86	±	29,73	0,00 *
9 (Sr Dario)	85,70	±	20,03	93,87	±	54,57	0,40
10 (Sr Eugenio)	91,44	±	46,61	107,03	±	47,11	0,01 * U

(*) Diferencia significativa entre los dos tratamientos (P=0,05 Tukey)

U: Se utilizó análisis de Kruskall Wallis y comparación de medianas con la prueba U de Mann Whitney

En esta variable, en siete de los diez patios (Tabla3-11) las plantas produjeron mazorcas con mayor peso en el tratamiento con AH con respecto al control, en tres de estos patios

la diferencia fue significativa con incrementos hasta del 166%. En un patio se presentaron valores similares entre los dos tratamientos y en dos patios valores negativos, pero sin diferencia significativa. Nuevamente para esta variable, en el patio número tres se presentó una de las diferencias negativas, en concordancia con los resultados presentados para las variables anteriores y las condiciones documentadas para este patio.

▪ Biomasa del follaje

Tabla 3-12: Biomasa Follaje Maíz

Biomasa Follaje (g/planta)							
Patios	Control		Acidos Húmicos		P		
1 (Sra Carmen)	35,21	±	10,84	57,18	±	8,41	0,00*
2 (Sr Fello)	60,36	±	44,05	59,48	±	9,17	0,30
3 (Sra Ligia)	52,38	±	15,43	68,98	±	21,73	0,09
4 (Sra Maritza)	38,16	±	10,50	55,11	±	17,24	0,10
5 (Sr Jaime)	75,50	±	41,06	136,43	±	28,84	0,03 *
6 (Sr Willman)	37,72	±	19,98	71,23	±	40,47	0,10
7 (Sr Yepes)	50,46	±	33,79	94,50	±	61,41	0,19
8 (Sr Manuel)	44,25	±	16,49	84,38	±	41,52	0,04 *
9 (Sr Dario)	55,22	±	32,39	93,17	±	36,79	0,08
10 (Sr Eugenio)	138,69	±	31,38	123,69	±	42,62	0,54

(*) Diferencia significativa entre los dos tratamientos (P=0,05 Tukey)

Para esta variable, en ocho de los diez patios (Tabla3-12) las plantas tuvieron mayor peso seco del follaje en el tratamiento con AH con respecto al control, tres con diferencia significativa con incrementos hasta del 91%, en un patio se presentaron valores similares entre los dos tratamientos y otro patio con valores negativos, pero sin diferencia significativa.

▪ Biomasa de raíz

Para esta variable, en siete de los diez patios (Tabla3-13) las plantas tuvieron mayor peso seco de las raíces, en el tratamiento con AH con respecto al control, dos con diferencia significativa con incrementos mayores del 100%, en dos patios se presentaron valores similares entre los dos tratamientos y otro patio con valores negativos, pero sin diferencia significativa, este corresponde al patio dos, donde ya se ha documentado que hubo

algunos errores experimentales. Esta fue la variable más notoria en cuanto a una tendencia positiva en la respuesta, aunque no se refleja en la significancia estadística, debido a un alta variabilidad interna de la respuesta, pero los valores resultan llamativamente superiores, esto es consistente con la amplia verificación del efecto like auxin de los AH sobre las raíces de las plantas, fenómeno principalmente descrito sobre la bioactividad de los AH, lo cual estuvo acompañado de observaciones cualitativas que reflejan evidentemente diferencias en el volumen de raíces, largo y volumen de suelo explorado. Por lo anterior se considera que la respuesta es consistente.

Tabla 3-13: Biomasa Raíz Maíz

Biomasa Raíz (g/planta)						
Patios	Control		Acidos Húmicos		P	
1 (Sra Carmen)	4,13 ±	1,44	6,60 ±	2,19	0,07	
2 (Sr Fello)	20,87 ±	28,76	9,49 ±	3,75	0,43	
3 (Sra Ligia)	6,19 ±	3,32	21,40 ±	19,53	0,87	
4 (Sra Maritza)	3,77 ±	1,45	4,52 ±	3,13	0,63	
5 (Sr Jaime)	35,23 ±	20,66	38,25 ±	34,84	0,62	
6 (Sr Willman)	4,82 ±	2,01	11,64 ±	10,36	0,20	
7 (Sr Yepes)	9,96 ±	8,63	23,35 ±	14,58	0,12	
8 (Sr Manuel)	2,96 ±	1,23	20,13 ±	8,33	0,00*	
9 (Sr Dario)	9,57 ±	3,05	25,80 ±	10,75	0,00*	
10 (Sr Eugenio)	37,11 ±	25,18	34,20 ±	7,71	0,24	

(*) Diferencia significativa entre los dos tratamientos (P=0,05 Tukey)

Los datos para cada variable en la mayoría de los casos muestran una alta variabilidad, por lo cual se observan las tendencias del resultado, pero no en todos los casos se alcanza a tener la significancia estadística, sin embargo se puede considerar que hubo un resultado consistente, teniendo en cuenta que se trata de un experimento en condiciones de campo, en un terreno pequeño y con alta variabilidad debido a la heterogeneidad del suelo (por su uso doméstico), a la sombra de árboles presentes, al efecto de cercas. Por otra parte, no fue posible, establecer bloques o repetir el número de parcelas para cada tratamiento, debido al tamaño reducido del patio y la necesidad de no ocupar todo el terreno, pues era necesario dedicarlo a otras actividades y cultivos, igualmente se necesitaba un experimento sencillo para el manejo y seguimiento por parte de los participantes.

El análisis cuantitativo de los resultados mostró correspondencia con las principales observaciones hechas por los integrantes de la comunidad.

4. Conclusiones

4.1 Conclusiones

Se logró construir una estrategia didáctica para el aprendizaje de los conceptos que sustentan el uso de los ácidos húmicos para promover el crecimiento y desarrollo de las plantas, esta estrategia facilita la transferencia del conocimiento y tecnología sobre bioestimulación para apoyar la adopción de modelos de producción agroecológica en escenarios de agricultura familiar.

La estrategia didáctica permitió que una comunidad rural afrodescendiente, en su mayoría de adultos mayores y en proceso de reparación postconflicto armado, asimilara de manera sencilla y significativa los conceptos científicos de: materia orgánica humificada del suelo, bioactividad de ácidos húmicos y bioestimulación (Efecto “like auxin”, estimulación metabólica y priming químico).

La estrategia didáctica diseñada, denominada “del laboratorio al patio” se llevó a la práctica mediante una experiencia significativa de aprendizaje, donde el enfoque participativo permitió que integrantes de la comunidad afrodescendiente Los Cardonales tomaran parte activa en la construcción del conocimiento y la posterior validación del uso de bioestimulantes húmicos en la agricultura familiar.

La evaluación cualitativa de los resultados, hecha por los participantes en la experiencia de investigación acción participación fue validada mediante el tratamiento estadístico de algunas variables medidas cuantitativamente (citar aquí cuales), lo cual permite dar confiabilidad, con una base científica, a la incorporación del nuevo conocimiento a los saberes previos con que contaban las personas de la comunidad.

A. Anexo: Análisis estadísticos evaluación cuantitativa

PARCELA 1

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	0,28	0,596
Levene	0,50	0,501

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	0,99	0,320
Levene	1,07	0,332

Prueba de igualdad de varianzas: longitud mazorca (cm) ... tamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,042
Levene	3,07	0,099

Prueba de igualdad de varianzas: Perimetro mazorca Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,697
Levene	0,20	0,663

Prueba de igualdad de varianzas: Numero de calles vs. Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
--------	-----------------------	---------

Comparaciones múltiples	—	0,846
Levene	0,00	0,956

Prueba de igualdad de varianzas: Numeros de granos vs. ... tamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,455
Levene	0,30	0,593

Prueba de igualdad de varianzas: Peso fresco mazorca ... ratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,671
Levene	0,22	0,646

Modelo lineal general: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	1206,5	1206,48	12,82	0,007
Error	8	753,1	94,13		
Total	9	1959,6			

Modelo lineal general: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	15,25	15,252	4,43	0,068
Error	8	27,54	3,443		
Total	9	42,79			

Comparaciones para Biomasa Follaje (g)

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
AH	5	57,178	A	
Ctrl	5	35,210		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Modelo lineal general: longitud mazorca (cm) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	30,37	30,369	4,92	0,041
Error	16	98,76	6,173		
Total	17	129,13			

Modelo lineal general: Perimetro mazorca (cm) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	16,61	16,609	5,43	0,033
Error	16	48,95	3,059		
Total	17	65,56			

Modelo lineal general: Numero de calles vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	1,969	1,969	1,43	0,249
Error	16	22,031	1,377		
Total	17	24,000			

Modelo lineal general: Numeros de granos vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	21308	21308	9,90	0,006
Error	16	34430	2152		
Total	17	55738			

Modelo lineal general: Peso fresco mazorca (g) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	1523	1523,3	3,09	0,098
Error	16	7889	493,1		
Total	17	9413			

Comparaciones para longitud mazorca (cm)

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento_1

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento_1	N	Media	Agrupación
AH	13	12,9	A
Ctrl	5	10,0	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para Perimetro mazorca (cm)

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento_1

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento_1	N	Media	Agrupación	
AH	13	10,8846	A	
Ctrl	5	8,7400		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para Numeros de granos

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento_1

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento_1	N	Media	Agrupación	
AH	13	167,615	A	
Ctrl	5	90,800		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de componente principal: Biomasa Follaje (g); ... masa Raíz (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	1,6006	0,3994
Proporción	0,800	0,200
Acumulada	0,800	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2
Biomasa Follaje (g)	0,707	0,707
Biomasa Raíz (g)	0,707	-0,707

Análisis de componente principal: longitud mazorca ... co mazorca (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	3,2520	0,9891	0,4469	0,1891	0,1228
Proporción	0,650	0,198	0,089	0,038	0,025
Acumulada	0,650	0,848	0,938	0,975	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
----------	-----	-----	-----	-----	-----

longitud mazorca (cm)	0,461	-0,043	-0,807	0,077	-0,359
Perimetro mazorca (cm)	0,474	-0,321	0,462	-0,468	-0,490
Numero de calles	0,232	0,898	0,038	-0,370	0,027
Numeros de granos	0,496	0,175	0,360	0,770	-0,029
Peso fresco mazorca (g)	0,513	-0,241	-0,068	-0,213	0,793

Parcela 2

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	0,49	0,483
Levene	0,58	0,470

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	0,20	0,658
Levene	0,15	0,706

Prueba de igualdad de varianzas: longitud mazorca (cm) ... tamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,553
Levene	0,76	0,386

Prueba de igualdad de varianzas: Perimetro mazorca Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,745
Levene	0,05	0,820

Prueba de igualdad de varianzas: Numeros de granos vs. ... tamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,416
Levene	0,21	0,646

Prueba de igualdad de varianzas: Peso fresco mazorca ... ratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,043
Levene	2,60	0,113

Modelo lineal general: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	836,6	836,6	6,66	0,033
Error	8	1004,9	125,6		
Total	9	1841,4			

Modelo lineal general: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	11,96	11,96	0,68	0,433
Error	8	140,22	17,53		
Total	9	152,18			

Comparaciones para Biomasa Follaje (g)

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
AH	5	59,4840	A
Ctrl	5	41,1913	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Modelo lineal general: longitud mazorca (cm) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	14,02	14,02	0,80	0,374
Error	55	959,20	17,44		
Total	56	973,22			

Modelo lineal general: Perimetro mazorca (cm)_Box vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	7335	7335	0,01	0,918
Error	55	37500474	681827		
Total	56	37507809			

Modelo lineal general: Numeros de granos vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	12217	12217	1,60	0,211
Error	55	419486	7627		
Total	56	431704			

Modelo lineal general: Peso fresco mazorca (g)_Box vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	6,602	6,602	1,51	0,225
Error	55	240,624	4,375		
Total	56	247,226			

Prueba de Kruskal-Wallis: Numero de calles vs. Tratamiento_1

Estadísticas descriptivas

Tratamiento_1	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
AH	16	12	28,1	-0,25
Ctrl	41	12	29,3	0,25
General	57		29,0	

Prueba

Hipótesis nula	H ₀ : Todas las medianas son iguales		
Hipótesis alterna	H ₁ : Al menos una mediana es diferente		
Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	1	0,06	0,804
Ajustado para empates	1	0,07	0,794

Análisis de componente principal: Biomasa Follaje (g); ... masa Raíz (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	1,6783	0,3217
Proporción	0,839	0,161
Acumulada	0,839	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2
Biomasa Follaje (g)	0,707	0,707
Biomasa Raíz (g)	0,707	-0,707

Análisis de componente principal: longitud mazorca ... co mazorca (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	2,7571	0,8431	0,7219	0,3553	0,3226
Proporción	0,551	0,169	0,144	0,071	0,065

Acumulada	0,551	0,720	0,864	0,935	1,000
-----------	-------	-------	-------	-------	-------

Vectores propios

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
longitud mazorca (cm)	0,450	-0,322	-0,567	-0,318	0,522
Perimetro mazorca (cm)	0,506	0,000	-0,296	0,752	-0,300
Numero de calles	0,308	0,923	-0,066	-0,187	0,118
Numeros de granos	0,431	-0,113	0,736	0,188	0,473
Peso fresco mazorca (g)	0,511	-0,178	0,211	-0,512	-0,633

Parcela 3

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	0,42	0,517
Levene	0,12	0,735

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	0,07	0,792
Levene	0,25	0,629

Prueba de igualdad de varianzas: longitud mazorca (cm) ... tamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,524
Levene	0,00	0,987

Prueba de igualdad de varianzas: Perimetro mazorca Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,246
Levene	0,97	0,330

Prueba de igualdad de varianzas: Numero de calles vs. Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,476
Levene	0,39	0,532

Prueba de igualdad de varianzas: Numeros de granos vs. ... tamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,842
Levene	0,06	0,815

Prueba de igualdad de varianzas: Peso fresco mazorca ... ratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,070
Levene	2,16	0,148

Modelo lineal general: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	9,27	9,274	0,01	0,908
Error	8	5268,98	658,622		
Total	9	5278,25			

Modelo lineal general: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	1,584	1,584	0,03	0,873
Error	8	461,663	57,708		
Total	9	463,247			

Modelo lineal general: longitud mazorca (cm) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	24,22	24,22	1,53	0,222
Error	53	841,68	15,88		
Total	54	865,90			

Modelo lineal general: Perimetro mazorca (cm) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	0,714	0,7140	0,17	0,684

Error	53	226,355	4,2709		
Total	54	227,069			

Modelo lineal general: Numeros de granos vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	1508	1508	0,21	0,652
Error	53	387847	7318		
Total	54	389355			

Prueba de Kruskal-Wallis: Numero de calles vs. Tratamiento_1
Estadísticas descriptivas

Tratamiento_1	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
AH	15	12	27,6	-0,11
Ctrl	40	12	28,1	0,11
General	55		28,0	

Prueba

Hipótesis nula	H_0 : Todas las medianas son iguales
Hipótesis alterna	H_1 : Al menos una mediana es diferente

Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	1	0,01	0,910
Ajustado para empates	1	0,01	0,907

Prueba de Kruskal-Wallis: Peso fresco mazorca (g) vs. Tratamiento_1
Estadísticas descriptivas

Tratamiento_1	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
AH	15	80	22,8	-1,47
Ctrl	40	82	29,9	1,47
General	55		28,0	

Prueba

Hipótesis nula	H_0 : Todas las medianas son iguales
Hipótesis alterna	H_1 : Al menos una mediana es diferente

Método	GL	Valor H	Valor p
--------	----	---------	---------

No ajustado para empates	1	2,17	0,140
Ajustado para empates	1	2,21	0,137

Análisis de componente principal: Biomasa Follaje (g); ... masa Raíz (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	1,8808	0,1192
Proporción	0,940	0,060
Acumulada	0,940	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2
Biomasa Follaje (g)	0,707	-0,707
Biomasa Raíz (g)	0,707	0,707

Análisis de componente principal: longitud mazorca ... co mazorca (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	2,6625	1,0670	0,5890	0,5120	0,1696
Proporción	0,533	0,213	0,118	0,102	0,034
Acumulada	0,533	0,746	0,864	0,966	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
longitud mazorca (cm)	0,423	-0,483	-0,384	-0,573	0,334
Perimetro mazorca (cm)	0,511	-0,126	0,154	0,672	0,498
Numero de calles	0,233	0,815	-0,482	-0,070	0,210
Numeros de granos	0,432	0,284	0,740	-0,429	-0,022
Peso fresco mazorca (g)	0,564	-0,077	-0,219	0,178	-0,772

Parcela 4

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	0,84	0,360
Levene	0,22	0,654

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	1,90	0,168
Levene	1,13	0,318

Prueba de igualdad de varianzas: longitud mazorca (cm) ... tamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,392
Levene	0,41	0,532

Prueba de igualdad de varianzas: Perimetro mazorca Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,502
Levene	0,50	0,489

Prueba de igualdad de varianzas: Numero de calles vs. Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,623
Levene	0,28	0,604

Prueba de igualdad de varianzas: Numeros de granos vs. ... tamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,036
Levene	4,53	0,050

Prueba de igualdad de varianzas: Peso fresco mazorca ... ratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,398
Levene	0,41	0,532

Modelo lineal general: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
--------	----	-----------	-----------	---------	---------

Tratamiento	1	718,8	718,8	3,53	0,097
Error	8	1629,8	203,7		
Total	9	2348,6			

Modelo lineal general: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	1,421	1,421	0,24	0,638
Error	8	47,510	5,939		
Total	9	48,931			

Modelo lineal general: longitud mazorca (cm) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	0,816	0,8158	0,06	0,809
Error	15	201,249	13,4166		
Total	16	202,065			

Modelo lineal general: Perimetro mazorca (cm) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	7,219	7,219	2,21	0,158
Error	15	48,922	3,261		
Total	16	56,141			

Modelo lineal general: Numero de calles vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	11,57	11,569	4,29	0,056
Error	15	40,43	2,695		
Total	16	52,00			

Modelo lineal general: Numeros de granos vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	7750	7750	1,43	0,250
Error	15	81112	5407		
Total	16	88862			

Modelo lineal general: Peso fresco mazorca (g) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	1963	1962,8	3,22	0,093

Error	15	9143	609,5		
Total	16	11106			

Análisis de componente principal: Biomasa Follaje (g); ... masa Raíz (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	1,2420	0,7580
Proporción	0,621	0,379
Acumulada	0,621	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2
Biomasa Follaje (g)	0,707	0,707
Biomasa Raíz (g)	0,707	-0,707

Análisis de componente principal: longitud mazorca ... co mazorca (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	2,5010	1,3402	0,6167	0,4071	0,1350
Proporción	0,500	0,268	0,123	0,081	0,027
Acumulada	0,500	0,768	0,892	0,973	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
longitud mazorca (cm)	0,472	-0,449	-0,294	0,439	0,544
Perimetro mazorca (cm)	0,478	0,355	-0,296	-0,694	0,277
Numero de calles	0,037	0,808	0,100	0,508	0,279
Numeros de granos	0,449	-0,100	0,880	-0,087	0,074
Peso fresco mazorca (g)	0,588	0,098	-0,202	0,246	-0,737

Parcela 5

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	0,64	0,422
Levene	0,32	0,587

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
--------	-----------------------	---------

Comparaciones múltiples	0,56	0,454
Levene	0,14	0,715

Prueba de igualdad de varianzas: longitud mazorca (cm) ... tamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,025
Levene	4,47	0,042

Prueba de igualdad de varianzas: Perimetro mazorca Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,541
Levene	0,60	0,443

Prueba de igualdad de varianzas: Numero de calles vs. Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,312
Levene	0,11	0,740

Prueba de igualdad de varianzas: Numeros de granos vs. ... tamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,905
Levene	0,44	0,511

Prueba de igualdad de varianzas: Peso fresco mazorca ... ratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,423
Levene	1,39	0,247

Modelo lineal general: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	9283	9283	7,38	0,026
Error	8	10069	1259		
Total	9	19352			

Modelo lineal general: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	231,4	231,4	0,26	0,621
Error	8	7004,9	875,6		
Total	9	7236,3			

Comparaciones para Biomasa Follaje (g)

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
AH	5	136,432	A
Ctrl	5	75,496	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Modelo lineal general: longitud mazorca (cm) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	0,028	0,0277	0,00	0,962
Error	33	404,695	12,2635		
Total	34	404,723			

Modelo lineal general: Perimetro mazorca (cm) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	6,732	6,732	1,38	0,248
Error	33	160,564	4,866		
Total	34	167,295			

Modelo lineal general: Numeros de granos vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	214178	214178	19,37	0,000
Error	33	364855	11056		
Total	34	579033			

Comparaciones para Numeros de granos

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento_1

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento_1	N	Media	Agrupación	
Ctrl	11	371,091	A	
AH	24	202,583		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Prueba de Kruskal-Wallis: Numero de calles vs. Tratamiento_1 Estadísticas descriptivas

Tratamiento_1	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
AH	24	12	18,5	0,46
Ctrl	11	12	16,8	-0,46
General	35		18,0	

Prueba

Hipótesis nula	H_0 : Todas las medianas son iguales
Hipótesis alterna	H_1 : Al menos una mediana es diferente

Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	1	0,21	0,644
Ajustado para empates	1	0,23	0,633

Prueba de Kruskal-Wallis: Peso fresco mazorca (g) vs. Tratamiento_1 Estadísticas descriptivas

Tratamiento_1	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
AH	24	40	17,4	-0,55
Ctrl	11	40	19,4	0,55
General	35		18,0	

Prueba

Hipótesis nula	H_0 : Todas las medianas son iguales
Hipótesis alterna	H_1 : Al menos una mediana es diferente

Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	1	0,30	0,582
Ajustado para empates	1	0,31	0,577

Análisis de componente principal: Biomasa Follaje (g); ... masa Raíz (g)
Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	1,3134	0,6866
Proporción	0,657	0,343
Acumulada	0,657	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2
Biomasa Follaje (g)	0,707	0,707
Biomasa Raíz (g)	0,707	-0,707

Análisis de componente principal: longitud mazorca ... co mazorca (g) Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	2,6039	1,0074	0,9088	0,4025	0,0773
Proporción	0,521	0,201	0,182	0,080	0,015
Acumulada	0,521	0,722	0,904	0,985	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
longitud mazorca (cm)	0,520	-0,156	-0,250	-0,712	-0,368
Perimetro mazorca (cm)	0,503	0,451	-0,020	0,537	-0,505
Numero de calles	0,298	-0,745	-0,374	0,449	0,123
Numeros de granos	0,232	-0,371	0,890	0,006	-0,129
Peso fresco mazorca (g)	0,578	0,282	0,078	-0,060	0,760

Parcela 6

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	1,43	0,231
Levene	0,81	0,394

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	0,84	0,359

Levene	0,39	0,551
--------	------	-------

Prueba de igualdad de varianzas: longitud mazorca (cm) ... tamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,611
Levene	0,16	0,691

Prueba de igualdad de varianzas: Perimetro mazorca Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,951
Levene	0,01	0,913

Prueba de igualdad de varianzas: Numero de calles vs. Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,947
Levene	0,04	0,840

Prueba de igualdad de varianzas: Numeros de granos_B ... tamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,564
Levene	0,54	0,467

Prueba de igualdad de varianzas: Peso fresco mazorca ... ratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,487
Levene	2,26	0,143

Modelo lineal general: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	2807	2807	2,76	0,135
Error	8	8147	1018		
Total	9	10954			

Modelo lineal general: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	14,82	14,817	1,95	0,201
Error	8	60,92	7,614		
Total	9	75,73			

Modelo lineal general: longitud mazorca (cm) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	14,23	14,228	1,55	0,223
Error	31	284,97	9,193		
Total	32	299,20			

Modelo lineal general: Perimetro mazorca (cm) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	23,97	23,970	12,90	0,001
Error	31	57,59	1,858		
Total	32	81,56			

Modelo lineal general: Numeros de granos_B vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	122,6	122,61	10,83	0,003
Error	31	351,1	11,33		
Total	32	473,7			

Modelo lineal general: Peso fresco mazorca (g)_J vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	11,40	11,4013	26,47	0,000
Error	31	13,35	0,4307		
Total	32	24,75			

Comparaciones para Perimetro mazorca (cm)

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento_1

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento_1	N	Media	Agrupación
AH	20	10,6750	A
Ctrl	13	8,9308	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para Numeros de granos_B

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento_1

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento_1	N	Media	Agrupación
AH	20	12,0035	A
Ctrl	13	8,0586	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para Peso fresco mazorca (g)_J

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento_1

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento_1	N	Media	Agrupación
AH	20	0,542915	A
Ctrl	13	-0,660036	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Prueba de Kruskal-Wallis: Numero de calles vs. Tratamiento_1

Estadísticas descriptivas

Tratamiento_1	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
AH	20	12	18,3	0,92
Ctrl	13	12	15,1	-0,92
General	33		17,0	

Prueba

Hipótesis nula	H_0 : Todas las medianas son iguales
Hipótesis alterna	H_1 : Al menos una mediana es diferente

Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	1	0,85	0,357
Ajustado para empates	1	0,97	0,325

Análisis de componente principal: Biomasa Follaje (g); ... masa Raíz (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	1,5397	0,4603
Proporción	0,770	0,230
Acumulada	0,770	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2
Biomasa Follaje (g)	0,707	0,707
Biomasa Raíz (g)	0,707	-0,707

Análisis de componente principal: longitud mazorca ... co mazorca (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	3,0622	0,9648	0,5203	0,2921	0,1606
Proporción	0,612	0,193	0,104	0,058	0,032
Acumulada	0,612	0,805	0,909	0,968	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
longitud mazorca (cm)	0,424	-0,290	-0,828	-0,179	0,134
Perimetro mazorca (cm)	0,492	0,153	0,399	-0,686	0,325
Numero de calles	0,207	0,923	-0,263	0,187	-0,033
Numeros de granos	0,504	-0,166	0,242	0,677	0,450
Peso fresco mazorca (g)	0,531	-0,114	0,165	0,063	-0,821

Parcela 7

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	1,39	0,238
Levene	0,94	0,362

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	1,65	0,199
Levene	1,46	0,261

Modelo lineal general: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	4850	4850	1,97	0,198
Error	8	19649	2456		
Total	9	24500			

Modelo lineal general: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	448,6	448,6	3,13	0,115
Error	8	1148,1	143,5		
Total	9	1596,7			

Modelo lineal general: longitud mazorca (cm) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	5,200	5,200	0,73	0,412
Error	11	78,800	7,164		
Total	12	84,000			

Modelo lineal general: Perimetro mazorca (cm) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	3,077	3,077	1,05	0,328
Error	11	32,340	2,940		
Total	12	35,417			

Modelo lineal general: Numero de calles vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	1,731	1,731	0,81	0,387
Error	11	23,500	2,136		
Total	12	25,231			

Modelo lineal general: Numeros de granos vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	17331	17331	9,98	0,009
Error	11	19098	1736		
Total	12	36429			

Modelo lineal general: Peso fresco mazorca (g) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
--------	----	-----------	-----------	---------	---------

Tratamiento_1	1	0,00	0,000	0,00	1,000
Error	11	6600,00	600,000		
Total	12	6600,00			

Comparaciones para Numeros de granos

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento_1

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento_1	N	Media	Agrupación	
AH	8	350,25	A	
Ctrl	5	275,20		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de componente principal: Biomasa Follaje (g); ... masa Raíz (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	1,5853	0,4147
Proporción	0,793	0,207
Acumulada	0,793	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2
Biomasa Follaje (g)	0,707	0,707
Biomasa Raíz (g)	0,707	-0,707

Análisis de componente principal: longitud mazorca ... co mazorca (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	2,2954	1,2851	0,9297	0,4020	0,0878
Proporción	0,459	0,257	0,186	0,080	0,018
Acumulada	0,459	0,716	0,902	0,982	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
longitud mazorca (cm)	0,427	-0,597	-0,236	0,335	-0,541
Perimetro mazorca (cm)	0,466	0,313	0,563	-0,390	-0,464
Numero de calles	0,116	0,736	-0,475	0,376	-0,280
Numeros de granos	0,491	-0,025	-0,563	-0,596	0,293
Peso fresco mazorca (g)	0,587	0,062	0,290	0,490	0,572

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	1,97	0,161
Levene	1,01	0,344

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	7,99	0,005
Levene	2,50	0,153

Prueba de igualdad de varianzas: longitud mazorca (cm) ... tamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,299
Levene	1,08	0,307

Prueba de igualdad de varianzas: Perimetro mazorca Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,254
Levene	1,69	0,203

Prueba de igualdad de varianzas: Numero de calles vs. Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,181
Levene	2,70	0,110

Prueba de igualdad de varianzas: Numeros de granos_J ... atamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,641
Levene	0,06	0,814

Prueba de igualdad de varianzas: Peso fresco mazorca ... ratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,631
Levene	0,78	0,383

Modelo lineal general: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	5355	5355,3	6,11	0,039
Error	8	7017	877,1		
Total	9	12372			

Modelo lineal general: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	820,5	820,47	28,25	0,001
Error	8	232,4	29,04		
Total	9	1052,8			

Modelo lineal general: longitud mazorca (cm) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	11,10	11,10	0,97	0,332
Error	31	355,10	11,45		
Total	32	366,21			

Modelo lineal general: Perimetro mazorca (cm) vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	33,43	33,431	15,43	0,000
Error	31	67,18	2,167		
Total	32	100,61			

Modelo lineal general: Numeros de granos_J vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	4,475	4,4745	5,08	0,031
Error	31	27,279	0,8800		
Total	32	31,754			

Modelo lineal general: Peso fresco mazorca (g)_J vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
--------	----	-----------	-----------	---------	---------

Tratamiento_1	1	11,58	11,5752	19,02	0,000
Error	31	18,87	0,6086		
Total	32	30,44			

Comparaciones para Biomasa Follaje (g)

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
AH	5	90,535	A	
Ctrl	5	44,252		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para Biomasa Raíz (g)

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
AH	5	21,080	A	
Ctrl	5	2,964		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para Perimetro mazorca (cm)

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento_1

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento_1	N	Media	Agrupación	
AH	28	11,6071	A	
Ctrl	5	8,8000		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para Numeros de granos_J

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento_1

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento_1	N	Media	Agrupación	
AH	28	0,164960	A	
Ctrl	5	-0,862033		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para Peso fresco mazorca (g)_J

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento_1

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento_1	N	Media	Agrupación	
AH	28	0,49992	A	
Ctrl	5	-1,15188		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Prueba de Kruskal-Wallis: Numero de calles vs. Tratamiento_1

Estadísticas descriptivas

Tratamiento_1	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
AH	28	12	19,1	3,01
Ctrl	5	10	5,0	-3,01
General	33		17,0	

Prueba

Hipótesis nula	H ₀ : Todas las medianas son iguales		
Hipótesis alterna	H ₁ : Al menos una mediana es diferente		
Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	1	9,08	0,003
Ajustado para empates	1	9,68	0,002

Análisis de componente principal: Biomasa Follaje (g); ... masa Raíz (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	1,8375	0,1625
Proporción	0,919	0,081
Acumulada	0,919	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2
Biomasa Follaje (g)	0,707	0,707
Biomasa Raíz (g)	0,707	-0,707

Análisis de componente principal: longitud mazorca ... co mazorca (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	3,2238	0,8761	0,5928	0,2631	0,0442
Proporción	0,645	0,175	0,119	0,053	0,009
Acumulada	0,645	0,820	0,939	0,991	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
longitud mazorca (cm)	0,332	-0,815	-0,298	0,143	-0,341
Perimetro mazorca (cm)	0,503	0,305	0,134	-0,544	-0,583
Numero de calles	0,396	0,469	-0,649	0,450	0,018
Numeros de granos	0,443	0,024	0,687	0,576	0,015
Peso fresco mazorca (g)	0,533	-0,148	-0,031	-0,388	0,737

Parcela 9

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,661
Levene	0,19	0,672

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Raíz (g)_B vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,631
Levene	0,19	0,676

Prueba de igualdad de varianzas: longitud mazorca ... s. Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,049
Levene	4,30	0,043

Prueba de igualdad de varianzas: Perimetro mazorca Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,333
Levene	0,23	0,635

Prueba de igualdad de varianzas: Numero de calles vs. Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,432

Levene	0,69	0,409
--------	------	-------

Prueba de igualdad de varianzas: Numeros de granos vs. ... tamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,666
Levene	0,12	0,734

Prueba de igualdad de varianzas: Peso fresco mazorca ... ratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,000
Levene	23,47	0,000

Modelo lineal general: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	3928	3928	3,68	0,087
Error	9	9615	1068		
Total	10	13544			

Modelo lineal general: Biomasa Raíz (g)_B vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	0,03994	0,039936	18,76	0,002
Error	9	0,01916	0,002129		
Total	10	0,05910			

Comparaciones para Biomasa Raíz (g)_B

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
Ctrl	6	0,330741	A
AH	5	0,209732	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Modelo lineal general: longitud mazorca (cm)_B vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	0,00056	0,000556	0,02	0,885
Error	52	1,36147	0,026182		
Total	53	1,36203			

Modelo lineal general: Perimetro mazorca (cm)_J vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	1,917	1,9169	2,37	0,130
Error	52	42,118	0,8100		
Total	53	44,035			

Modelo lineal general: Numeros de granos vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	44934	44934	3,81	0,056
Error	52	613043	11789		
Total	53	657977			

Modelo lineal general: Peso fresco mazorca (g)_B vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	0,1176	0,1176	0,46	0,499
Error	52	13,2138	0,2541		
Total	53	13,3314			

Prueba de Kruskal-Wallis: Numero de calles vs. Tratamiento_1

Estadísticas descriptivas

Tratamiento_1	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
AH	34	12	31,9	2,70
Ctrl	20	12	20,0	-2,70
General	54		27,5	

Prueba

Hipótesis nula	H ₀ : Todas las medianas son iguales		
Hipótesis alterna	H ₁ : Al menos una mediana es diferente		
Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	1	7,27	0,007
Ajustado para empates	1	7,87	0,005

Análisis de componente principal: Biomasa Follaje (g); ... masa Raíz (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	1,6331	0,3669
--------------	--------	--------

Proporción	0,817	0,183
Acumulada	0,817	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2
Biomasa Follaje (g)	0,707	0,707
Biomasa Raíz (g)	0,707	-0,707

Análisis de componente principal: longitud mazorca ... co mazorca (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	2,8129	1,1142	0,5613	0,3199	0,1918
Proporción	0,563	0,223	0,112	0,064	0,038
Acumulada	0,563	0,785	0,898	0,962	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
longitud mazorca (cm)	0,500	-0,310	0,364	0,355	-0,629
Perimetro mazorca (cm)	0,520	-0,014	-0,187	-0,819	-0,150
Numero de calles	0,189	0,807	0,556	-0,032	0,056
Numeros de granos	0,418	0,401	-0,696	0,423	-0,030
Peso fresco mazorca (g)	0,519	-0,303	0,196	0,151	0,760

Parcela 10

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	0,32	0,570
Levene	0,34	0,574

Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	0,39	0,533
Levene	0,46	0,516

Prueba de igualdad de varianzas: longitud mazorca ... s. Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,276

Levene	0,98	0,322
--------	------	-------

Prueba de igualdad de varianzas: Perimetro mazorca Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,068
Levene	1,72	0,191

Prueba de igualdad de varianzas: Numero de calles vs. Tratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,470
Levene	1,36	0,244

Prueba de igualdad de varianzas: Numeros de granos vs. ... tamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,430
Levene	0,11	0,739

Prueba de igualdad de varianzas: Peso fresco mazorca ... ratamiento_1

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,912
Levene	0,20	0,655

Modelo lineal general: Biomasa Follaje (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	562,1	562,1	0,40	0,544
Error	8	11205,7	1400,7		
Total	9	11767,8			

Modelo lineal general: Biomasa Raíz (g) vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	1	134,7	134,73	1,61	0,240
Error	8	670,5	83,81		
Total	9	805,2			

Modelo lineal general: longitud mazorca (cm)_J vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	0,681	0,6808	0,74	0,392
Error	229	211,957	0,9256		
Total	230	212,638			

Modelo lineal general: Perimetro mazorca (cm)_J vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	7,547	7,5475	7,64	0,006
Error	229	226,305	0,9882		
Total	230	233,852			

Modelo lineal general: Numeros de granos vs. Tratamiento_1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento_1	1	141990	141990	10,95	0,001
Error	229	2969802	12969		
Total	230	3111791			

Comparaciones para Perimetro mazorca (cm)_J

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento_1

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento_1	N	Media	Agrupación	
AH	120	0,152742	A	
Ctrl	111	-0,209047		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para Numeros de granos

Comparaciones por parejas de Tukey: Tratamiento_1

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento_1	N	Media	Agrupación	
AH	120	272,551	A	
Ctrl	111	222,928		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Prueba de Kruskal-Wallis: Numero de calles vs. Tratamiento_1

Estadísticas descriptivas

Tratamiento_1	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
AH	120	12	128,4	2,94
Ctrl	111	11	102,5	-2,94
General	231		116,0	

Prueba

Hipótesis nula	H ₀ : Todas las medianas son iguales		
Hipótesis alterna	H ₁ : Al menos una mediana es diferente		
Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	1	8,67	0,003
Ajustado para empates	1	9,03	0,003

Prueba de Kruskal-Wallis: Peso fresco mazorca (g) vs. Tratamiento_1

Estadísticas descriptivas

Tratamiento_1	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
AH	120	100	126,7	2,53
Ctrl	111	100	104,4	-2,53
General	231		116,0	

Prueba

Hipótesis nula	H ₀ : Todas las medianas son iguales		
Hipótesis alterna	H ₁ : Al menos una mediana es diferente		
Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	1	6,40	0,011
Ajustado para empates	1	6,44	0,011

Análisis de componente principal: Biomasa Follaje (g); ... masa Raíz (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	1,0621	0,9379
Proporción	0,531	0,469
Acumulada	0,531	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2
Biomasa Follaje (g)	-0,707	-0,707
Biomasa Raíz (g)	0,707	-0,707

Análisis de componente principal: longitud mazorca ... co mazorca (g)

Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	3,1156	0,9072	0,4640	0,3373	0,1759
Proporción	0,623	0,181	0,093	0,067	0,035
Acumulada	0,623	0,805	0,897	0,965	1,000

Vectores propios

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
----------	-----	-----	-----	-----	-----

longitud mazorca (cm)	0,383	-0,627	-0,593	-0,178	0,278
Perimetro mazorca (cm)	0,472	0,243	0,358	-0,745	0,186
Numero de calles	0,343	0,719	-0,570	0,192	0,056
Numeros de granos	0,490	-0,085	0,435	0,603	0,448
Peso fresco mazorca (g)	0,523	-0,154	0,078	0,112	-0,827

Bibliografía

Aguiar, N.O.; Olivares, F.L.; Novotny, E.H.; Canellas, L.P. Changes in metabolic profiling of sugarcane leaves induced by endophytic diazotrophic bacteria and humic acids. *Peer Journal*, 6 e5445, 2018, p. 1-28.

Aiterwegmair, K., Mier, M., Cacho, T. G., Aguirre, F. L., Vilsmaier, U., Merçon, J., ... & Velarde, R. M. Recreando agri-cultura: Conocimientos agroecológicos e identidades campesinas en un proceso de educación-investigación-acción en Chiapas, México. *Revista Brasileira de Educação do Campo*, 6, e11925-e11925. (2021).

Álvarez L. y Pérez, E. La situación alimentaria y nutricional en Colombia desde la perspectiva de los determinantes sociales de la salud. *Perspect Nutr Humana*. 15, 203-214. (2013.)

Ayuso, M., Moreno, J., Hernández, T., García, C. Characterisation and evaluation of humic acids extracted from urban waste as liquid fertilizers. *Journal Science of Food and Agriculture*. 75, 481-488. (1997).

Basile, B.; Roupheal, Y.; Colla, G.; Soppelsa, S.; Andreotti, C. Appraisal of emerging crop management opportunities in fruit trees, grapevines and berry crops facilitated by the application of biostimulants. *Sci. Hortic.* (2020), 267, 109330.

Battacharyya, Dhriti, et al. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 2015, vol. 196, p. 39-48.

Brown, P., & Saa, S. Biostimulants in agriculture. *Frontiers in plant science*, 6. (2015).

BULGARI, R.; FRANZONI, G.; FERRANTE, A. Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. *Agronomy*, v. 9, n. 6, (2019).

Callancho, C., & Quispe, V. Desverticalizar la educación a partir de la Investigación Educativa bajo el enfoque de Investigación Acción Participativa. (2019).

Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and soil*, 383(1), 3-41. (2014).

Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1-2), 3-41. (2014).

Campos, A. Investigación participativa: reflexiones acerca de sus fundamentos metodológicos y de sus aportes al desarrollo social. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, (24). (2012).

Canastero, C., Contreras, S., Franco, R., Neira, M., Racine, V., & Sánchez, V. ¿Cómo aporta una salida de campo en el desarrollo de habilidades investigativas de futuros profesores deficiencias? 65.

Canellas, L. and Olivares, F. Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 2014 1:3. (2014)

Canellas, L. P., Canellas, N. O., Irineu, L. E. S. D. S., Olivares, F. L., & Piccolo, A. Plant chemical priming by humic acids. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 7(1), 1-17. (2020).

Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 15-27. (2015).

Carr, W., & Kemmis, S. *Teoría crítica de la enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado*. Ediciones Martínez Roca. (1988).

Carretero, M. *Cambio conceptual y enseñanza de la Historia: Congreso Internacional de Educación*, Buenos Aires, 2000.

Ceccon, E. Tragedia en dos actos La revolución verde. *Ciencias*, 1(91), 21-29. (2008).

Christopher M. Bacon. Agroecología e investigación-acción participativa en pro de la justicia alimentaria y del agua en Centroamérica. *Promotio Iustitiae* nº 132/2 (2021)

COLL, C. "Significado y sentido en el aprendizaje escolar", *Infancia y Aprendizaje*, no. 41, pp. 131-142, 1988.

Corey, M. *Action research to improve school practices*. (1949).

Díez, E.J. Investigación acción participativa: el cambio cultural con la implicación de los participantes. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 16 (3), 115-131. (2013).

Drosos, Marios, et al. A molecular zoom into soil Humeome by a direct sequential chemical fractionation of soil. *Science of The Total Environment*, (2017), vol. 586, p. 807-816.

Du Jardin, P.; Xu, L.; Geelen, D. *The Chemical Biology of Plant Biostimulants. Agricultural Functions and Action Mechanisms of Plant Biostimulants (PBs) an Introduction*. 1 ed. West Sussex (United Kingdom): John Wiley & Sons Ltd, (2020), p. 1-30. <https://doi.org/10.1002/9781119357254.ch1>

Elliot, J. Conocimiento, poder y evaluación del profesor. *Calidad de la enseñanza e Investigación-Acción*, 155-174. (1993).

Espinoza Freire, E. E. Reflexiones sobre las estrategias de investigación acción participativa. *Conrado*, 16(76), 342-349. (2020).

Fals Borda, O. *El problema de cómo investigar la realidad para transformarla*. Bogotá: Federación para el Análisis de la Realidad Colombiana. (1979).

FAO, FIDA Y PMA. *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2014. Fortalecimiento de un entorno favorable para la seguridad alimentaria y la nutrición*. Roma, FAO. (2014).

Farrington, J. y Martin, A. *Farmer Participatory Research: A review of Concepts and Practices*. Documento de trabajo N°19. Agricultural Administration Network, Overseas Development Institute: GB. 88pp. (1987).

Fernández, M. (2006) *Metodologías activas para la formación de competencias*, *Educatio siglo XXI*, 24, 35-56.

Gonsalves, J. F. Investigación y desarrollo participativo para la agricultura y el manejo sostenible de recursos naturales: libro de consulta (Vol. 1). International Potato Center. (2006).

Goyette, G., & Lessard-Hébert, M. La investigación-acción. Funciones, fundamentos e instrumentación. Barcelona. Laertes Ediciones. (tradução española). (1988)

Greenwood, D., & Levin, M. An Introduction to Action Research. Sage Publications. (1998).

Márquez, F., Enciso Sandoval, P. A., Díaz, R., & Acero, L. (2018). Mujeres emprendedoras Guacoche Cesar.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. Resolución 0074 del 2002.

Molina-Ruiz, N., & González-García, P. Ciencias naturales y aprendizaje socioemocional: una experiencia desde la enseñanza de las ciencias basada en la indagación. *Revista Saberes Educativos*, (6), 25-58. doi:10.5354/2452-5014.2021.60683. (2021).

Montiel, M. S. El contexto socioeconómico de la agricultura ecológica: la evolución de los sistemas agroalimentarios. (2009).

Musco, A., M. Sidari y S. Nardi, Humic substance: relationship between structure and activity, Deeper information suggests univocal findings, *Journal of Geochemical Exploration*, 129, 57-63 (2013)

Nardi, S., Pizzeghello, D., Schiavon, M., & Ertani, A. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. *Scientia Agricola*, 73, 18-23. (2016).

Nebbioso, Antonio; Piccolo, Alessandro. Molecular characterization of dissolved organic matter (DOM): a critical review. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 2013, vol. 405, no 1, p. 109-124.

Nunes, R. O., Domiciano, G. A., Alves, W. S., Melo, A. C. A., Nogueira, F. C. S., Canellas, L. P., ... & Soares, M. R. Evaluation of the effects of humic acids on maize root architecture by label-free proteomics analysis. *Scientific reports*, 9(1), 1-11. (2019).

OIEA, Programa de cooperación técnica. Organismo Internacional de Energía Atómica. Informe Septiembre. (2013).

Ortega, C., Manco, D., & Rojas, E. (2018). Estudio de la explotación artesanal en el lecho del río Cesar en el sector norte de Guacoche-Guacochito. *Revista Agunkuyãa*, 8(1), 29-42.

Oviedo Castillo, C., & Henríquez Mieles, M. A. (2019). Condiciones de salud mental (SM) en las mujeres afrodescendientes víctimas del conflicto armado colombiano (MAVCAC) en el corregimiento de Guacoche, jurisdicción de Valledupar Cesar.

Paz, M. Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones. Madrid. Mc Graw and Hill Interamericana de España. (2003)

Piccolo A. Special Issue on: Humic molecules in soils. *Journal of Geochemical Exploration. Molecular Aspects of Humic Substances and Biological Functionality in Soil Ecosystems.* (2013); 129, vii.

Piedade-Melo, A.; Olivares, F.L.; Oliveira-Médici, L.; Torres-Neto, A.; Barros-Dobbss, L.; Canellas, L.P. Mixed rhizobia and *Herbaspirillum seropedicae* inoculations with humic acid-like substances improve water-stress recovery in common beans. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, v. 4, n. 1, 2017, p. 1-9. <https://doi.org/10.1186/s40538-017-0090-z>.

Puglisi, E., Fragoulis, G., Ricciuti, P., Cappa, F., Spaccini, R., Piccolo, A., Trevisan, M. and Crecchio, C.. Effects of a humic acid and its size-fractions on the bacterial community of soil rhizosphere under maize (*Zea mays* L.). *Chemosphere* 77 (6) 80-86. (2009).

Ramírez Mahecha, L. N., & Parra Aguirre, D. M. Construcción del concepto de ser vivo en estudiantes de primero, segundo y cuarto grado de primaria mediante la implementación de una huerta escolar en el Centro Educativo Distrital Rural Arrayanes, en la Localidad quinta de Usme, Bogotá DC.

Ramírez, J. (2013). Laboratorios vivos de la ciencia escrita a la ciencia aplicada, agroecología como estrategia de enseñanza. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de: Magister en Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad

Nacional de Colombia. Facultad de ciencias, Departamento Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales. Medellín, Colombia.

Rouphael, Y., & Colla, G. Toward a sustainable agriculture through plant biostimulants: From experimental data to practical applications. *Agronomy*, 10(10), 1461. (2020).

Sabourin, E., Samper, M., Le Coq, J. F., Massardier, G., & Sotomayor, O. El surgimiento de políticas públicas para la agricultura familiar en América Latina: trayectorias, tendencias y perspectivas. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 31(2), 189-226. (2014).

Sleighter, R. L., Caricasole, P., Richards, K. M., Hanson, T., & Hatcher, P. G. Characterization of terrestrial dissolved organic matter fractionated by pH and polarity and their biological effects on plant growth. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 2(1), 1-19. (2015).

Torres, L., & Casallas, J. Las aulas vivas ¡Un lugar por descubrir! uri: <https://repositorio.idep.edu.co/handle/001/777>. (2019).

Trevisan S, Francioso O, Quaggiotttil S, Nardi S. Humic substances biological activity at the plant-soil interface from environmental aspects to molecular factors. *Plant Signaling & Behavior*. (2010); 5(6): 635-643.

Urban Harvest. Memoria y Declaración: "Agricultura Urbana y Periurbana en Lima Metropolitana: Una estrategia de lucha contra la pobreza y la inseguridad alimentaria". Centro Internacional de la Papa-Urban Harvest, Lima-Perú. (2007)

Van Oosten, M. J., Pepe, O., De Pascale, S., Silletti, S., & Maggio, A. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 4(1), 1-12. (2017)

Zandonadi, D.B, Santos, M.P., Busato, J.G., Pereira, E., Rocha, A. Plant physiology as affected by humified organic matter. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, 25(1): 12-25. (2013)

Zavaro Pérez, C. A. Extensión, prácticas integrales y transformación social: la Investigación Acción Participativa (IAP) como fundamento y praxis. *Masquedós*, 5. (2020).

Zúniga-González, C. A., Jarquín-Saez, M. R., Martínez-Andrades, E., & Rivas, J. A. Investigación acción participativa: Un enfoque de generación del conocimiento. Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.,2(1), 218-224. (2016).