

Diseño de un biofertilizante con el hongo *Trichoderma harzianum* en cultivos de Lechuga crespa
– *Lactuca sativa* en una huerta escolar de Usme, Bogotá.

Diego Mauricio Gómez Jurado

Director

Hugo Mauricio Jiménez Melo

Microbiólogo, M. Sc.

Línea de investigación: Biotecnología, Biodiversidad y Conservación

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Biología

Bogotá D.C

2024

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo en primer lugar a mi madre quien siempre tuve en mi mente en los obstáculos más difíciles, es mi inspiración y motivación para ser mejor persona cada día, además que es la primera persona este proceso estuvo apoyando y motivando, y que con su amor incondicional siempre estuvo a mi lado sin importar nada.

En segundo lugar, a mi padre, mi hermano y Rubén quienes me enseñaron a no desistir ni rendirme sin importa las dificultades que pasara, me dieron un gran ejemplo de disciplina, de experiencias de vida, además de elegir siempre hacer lo correcto, aunque sea la opción más difícil que exista.

En tercer lugar, a toda mi familia que a pesar de la distancia y algunos años sin poder verlos, siempre están en mi corazón, enseñándome que el amor trasciende el tiempo, y la distancia además de mostrarme que cuando las cosas se hacen con amor, cariño y actitud, siempre salen mucho mejor.

Por último, dedico este proceso y esfuerzo a mis amigos y profesores de vida, quienes además de estar a mi lado en momentos difíciles me enseñaron muchísimo sobre la vida y que junto a mi lucharon por lograr una misma meta profesional, un mismo sueño.

Agradecimientos

Agradezco a mi Alma mater Universidad Pedagógica Nacional, la cual fue mi segundo hogar, donde no solo aprendí aspectos disciplinares de mi profesión, sino que también me enseñó a ser persona, fue mi refugio en momentos complicados, pero también fue un lugar donde tuve muchas alegrías y experiencias únicas.

Al Maestro Hugo Mauricio Jiménez, quien es mi maestro favorito en mi carrera, siendo una gran inspiración en clase e ilustrándonos con sus amplios conocimientos de microbiología, además que también es mi tutor de trabajo de grado que durante un año y medio trabajamos de manera constante en este trabajo, siendo muy paciente con mi proceso educativo y un gran guía en todo momento estando muy comprometido con el proceso en este trabajo de grado.

A mi profesora de colegio y Maestra de vida Erika Pulido mostrándome lo lindo que es el camino de las ciencias, y que estuvo desde el inicio de mi proceso universitario hasta el final, ayudándome a poder presentar este proyecto en la institución educativa en la que ella estaba en ese momento, y asesorándome de la mejor manera para realizar algo muy especial con los estudiantes de dicho colegio.

Al equipo de levantamiento de pesas de la universidad siendo este una experiencia hermosa que me enseñó a ver la universidad con otros ojos, luchando y participando para que

esta sea mejor en cada momento, como también los consejos del Maestro Ricardo y la Maestra Yamile mostrándome que, con esfuerzo y trabajo duro, se puede lograr cosas que uno cree inalcanzables.

A mis amigos y compañeros que me levantaban el ánimo en momentos de tristeza, o angustia, siendo un gran apoyo en momentos muy complicados en mi proceso educativo, y llegando a ser otra familia para mí.

A la institución donde pude realizar mi trabajo de grado, siendo esta una gran oportunidad para conocer personas muy especiales como a los estudiantes de tercero, alegrándome en cada momento cuando realizaba mis prácticas de trabajo de grado, como también aprendí muchísimo de la nobleza y esencia que irradian los niños.

Y por último y no menos importante, quiero agradecer a la vida por permitirme cumplir mi sueño, como también conocer personas muy especiales que marcaron una parte de mí, y mostrarme que, a pesar de las adversidades, siempre hay esperanza mientras exista la vida.

Tabla de Contenido

1. Introducción:.....	12
2. Justificación:	16
3. Marco Teórico:.....	18
3.1. Biofertilizantes:.....	18
3.2 Genero Trichoderma:	20
3.2.1 Trichoderma harzianum.....	22
3.3. Lactuca sativa.....	23
3.4 Estrategia educativa.	26
3.5 Huerta escolar	27
4. Antecedentes	28
4.1 Internacionales	28
4.2 Nacionales.....	33
4.3 Locales	37
5. Planteamiento del problema.....	40
6. Objetivos	41
6.1. Objetivo General:.....	41
6. 2. Objetivos específicos:	42
7. Metodología	42
7.1 Diseño Experimental.....	44

7. 1. 1 cultivo de Lechuga crespa	44
7. 1. 2 seguimiento del crecimiento de la Lechuga crespa – <i>Lactuca sativa</i> con la aplicación de biofertilizantes y sin biofertilizantes	46
7. 2 Comparación experimental	47
7. 3 Elaboración del manual.....	48
7. 4 Validación	50
8. Análisis y resultados	50
8.1 Cultivo de planta de Lechuga crespa - <i>Lactuca sativa</i> con el microhongo <i>Trichoderma harzianum</i>	50
8.2 Cultivo de las plántulas de Lechuga crespa - <i>Lactuca sativa</i>	50
8.2.1 Numero de hojas	54
8.2.2 Comparación del largo de hojas	57
8.2.3 Comparación Ancho de hojas.....	59
8.2.4 Tamaño del Tallo.....	62
8.3 Fase pedagógica - interacción de los estudiantes con la huerta.....	65
8.3.1 Actividades de Contextualización	66
8.3.2 Diseño de Manual práctico sobre la aplicación de biofertilizantes en una Huerta escolar	72
8.3.3 Validación del manual	81
9. Conclusiones.....	91

10. Recomendaciones	92
11. Bibliografía:	93

Índice de Figuras

Figura 1 Muestra de Microhongo <i>Trichoderma harzianum</i>	20
Figura 2 Cultivo de Lechuga crespa - <i>Lactuca sativa</i> . Foto tomada por Diego Gómez ...	24
Figura 3 Huerta Escolar de Usme. Foto tomada por Diego Gómez	46
Figura 4 Suelo de la Huerta Escolar Mezclado con el Contenido de las Pacas Biodigestoras Durante Tres Semanas. Foto tomada por Diego Gómez.....	51
Figura 5 Evidencia las Plántulas de Lechuga Crespa - <i>Lactuca sativa</i> dadas por la Alcaldía Local de Usme. Foto tomada por Diego Gómez.....	52
Figura 6 Creación de Surcos y Canales en la Huerta Escolar y Plantación de Lechuga Crespa. Foto tomada por Diego Gómez.....	52
Figura 7 Preparación del Biofertilizante y Aplicación a 11 Plántulas de Lechuga Crespa en la Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez	54
Figura 8 Comparación de Promedios por Semana del Número de Hojas Entre el Grupo Control con el Grupo que se le Aplico el Biofertilizante. Gráfico elaborado por Diego Gómez	55
Figura 9 Primera Semana Después de la Aplicación de Biofertilizante en la Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez.	56
Figura 10 Comparación de Promedios por Semana del Largo de Hojas Entre el Grupo Control con el Grupo que se le Aplico el Biofertilizante. Gráfico elaborado por Diego Gómez	58
Figura 11 Comparación de Promedios por Semana del Ancho de Hojas Entre el Grupo Control con el Grupo que se le Aplico el Biofertilizante. Gráfico elaborado por Diego Gómez	60

Figura 12 Cuarta Semana Después de la Aplicación de Biofertilizante en la Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez	61
Figura 13 Comparación de Promedios por Semana del Tamaño del Tallo Entre el Grupo Control con el Grupo que se le Aplico el Biofertilizante. Gráfico elaborado por Diego Gómez	63
Figura 14 Quinta Semana Después de la Aplicación de Biofertilizante en la Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez	64
Figura 15 Quinta Semana Después de la Aplicación de Biofertilizante en la Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez	65
Figura 16 Actividad de Contextualización de Conceptos Sobre el Suelo. Foto tomada por Diego Gómez	68
Figura 17. Actividad de Contextualización de Conceptos Sobre Biofertilizantes. Foto tomada por Diego Gómez	69
Figura 18 Actividad de Contextualización de Conceptos Sobre Biofertilizantes. Foto tomada por Diego Gómez	70
Figura 19 Actividad de Presentación de Videos Sobre Biofertilizantes. Foto tomada por Diego Gómez	71
Figura 20 Dibujo de los Estudiantes Sobre los Biofertilizantes. Foto tomada por Diego Gómez	72
Figura 21 Manual Práctico Sobre la Aplicación de Biofertilizantes en una Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez	74
Figura 22 Primer Apartado del Manual Práctico Sobre la Aplicación de Biofertilizantes en una Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez	75

Figura 23 Segundo Apartado del Manual Práctico Sobre la Aplicación de Biofertilizantes en una Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez.....	76
Figura 24 Tercer Apartado del Manual Práctico Sobre la Aplicación de Biofertilizantes en una Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez	77
Figura 25 Cuarto Apartado del Manual Práctico Sobre la Aplicación de Biofertilizantes en una Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez	78
Figura 26 Fases de la Metodología del Manual Práctico Sobre la Aplicación de Biofertilizantes en una Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez.....	79
Figura 27 Cuadro de Datos Obtenidos del Cultivo con Biofertilizantes vs Cultivo Control. Tomado por Diego Gómez.....	80
Figura 28 Cuestionario de Validación del Manual Práctico Sobre la Aplicación de Biofertilizantes en una Huerta Escolar. Tomado por Diego Gómez.....	81
Figura 29 Validación del Cuestionario Primera Pregunta. Tomado por Diego Gómez ...	82
Figura 30 Validación del Cuestionario Segunda Pregunta. Tomado por Diego Gómez ..	83
Figura 31 Validación del Cuestionario Tercera Pregunta. Tomado por Diego Gómez....	84
Figura 32 Validación del Cuestionario Cuarta Pregunta. Tomado por Diego Gómez	85
Figura 33 Validación del Cuestionario Quinta Pregunta. Tomado por Diego Gómez	86
Figura 34 Validación del Cuestionario Sexta Pregunta. Tomado por Diego Gómez	87
Figura 35 Validación del Cuestionario Séptima Pregunta. Tomado por Diego Gómez...	88
Figura 36 Validación del Cuestionario Octava Pregunta. Tomado por Diego Gómez.....	89
Figura 37 Validación del Cuestionario Novena Pregunta. Tomado por Diego Gómez....	90
Figura 38 Validación del Cuestionario Decima Pregunta. Tomado por Diego Gómez....	91

Índice de Tablas

Tabla 1 Datos Promedio del Número de Hojas por Cada Semana del Grupo Control vs el Grupo con el Biofertilizante.....	55
Tabla 2 Datos Promedio del Largo de Hojas por Cada Semana del Grupo Control vs el Grupo con el Biofertilizante.....	57
Tabla 3 Datos Promedio del Ancho de Hojas por Cada Semana del Grupo Control vs el Grupo con el Biofertilizante.....	59
Tabla 4 Datos Promedio del Tamaño del Tallo por Cada Semana del Grupo Control vs el Grupo con el Biofertilizante.....	62

1. Introducción:

En Usme, una de las localidades más tradicionales y rurales de Bogotá, presenta una mezcla única de áreas urbanas y rurales, caracterizada por su diversidad cultural y fuerte influencia campesina. Las instituciones educativas de primaria en esta zona enfrentan desafíos significativos relacionados con la infraestructura y la disponibilidad de recursos educativos. No obstante, estos desafíos vienen acompañados de oportunidades únicas para integrar el entorno comunitario en el proceso educativo. Las escuelas se esfuerzan por ofrecer una educación integral que no solo abarca el desarrollo académico, sino también la inculcación de valores culturales, sociales y ambientales.

Las instituciones educativas en Usme se destacan por su capacidad de adaptación y resiliencia, trabajando en estrecha colaboración con la comunidad para superar las limitaciones de recursos. Estas escuelas fomentan un enfoque práctico del aprendizaje, aprovechando el entorno rural para enriquecer las experiencias educativas de los estudiantes. Este enfoque no solo contribuye al desarrollo académico, sino que también promueve una conexión más profunda con el medio ambiente y la cultura local

Apreciándose en el territorio colombiano una gran disponibilidad agrícola con alrededor de 40 millones de hectáreas como potencial agrícola, teniendo sembradas o para cultivar siete millones de hectáreas (Ministerio de agricultura. 2021). Siendo la lechuga crespa una hortaliza que se cultiva en Colombia en zonas elevadas dentro de 1800 a 2800 msnm en un ambiente templado y húmedo (Ávila, E. 2015).

La Lechuga crespa - *Lactuca sativa* es plantada en Colombia con un registro total de 39.498 toneladas de acuerdo a las Evaluaciones Agropecuarias Nacionales en el primer semestre de 2015,

siendo Cundinamarca el departamento con mayor producción reportó una participación del 63,34%, el segundo departamento con mayor producción de Lechuga crespa es Nariño con una intervención de un 16,06%, después el departamento de Antioquia con una actuación del 16.03%, y por consiguiente otros departamentos registraron participaciones inferiores al 2.00% según el Boletín Mensual Insumos y factores asociados (2017). Así mismo, la importancia del cultivo de Lechuga crespa a nivel nacional, radica en la gran demanda en la dieta alimenticia como a su vez en la generación de empleo tanto en el campo como en la agro industria.

Propiciando desde la agro industria un avance desde la agricultura, aumento de los empleos, mejora la seguridad alimentaria y reducción de la pobreza. Para los cultivos agrícolas se ha optado por el uso y la aplicación de fertilizantes químicos Nitrógeno, Fósforo, Potasio (NPK), posibilitando a los agricultores utilizar agroquímicos para reducir las pérdidas en los cultivos y tener un mayor rendimiento.

En ese mismo sentido el uso excesivo de los fertilizantes químicos puede causar eutrofización, toxicidad de las aguas, contaminación de aguas subterráneas, contaminación del aire, cambios de pH, deterioro de la estructura del suelo, degradación del suelo y de los ecosistemas, desequilibrios biológicos y reducción de la biodiversidad, además cabe destacar que las plantas pueden absorber entre un 30% y 50% de los fertilizantes, el resto se pierde en el suelo (González, P. 2019).

Como alternativa en el desarrollo de la agricultura sostenible, se requiere una disminución de productos agroquímicos y reemplazarlos por una alternativa más ecológica, eficiente, y de mejor acceso. En las prácticas comúnmente utilizadas incluyen rotación, cultivos sin labranza, manejo integrado de plagas, abonos verdes, policultivo y uso de biofertilizantes, dando uso de los microorganismos benéficos del suelo para contribuir con prácticas agrícolas, existiendo un

incremento en la evidencia de que las poblaciones microbianas tales como bacterias y microhongos pueden aumentar la resistencia de las plantas a condiciones medioambientales adversas como la deficiencia de nutrientes (Aguilar, 2007).

Por lo tanto, un biofertilizante es definido como una sustancia que contiene microorganismos benéficos del suelo, simbioses que estimulan el crecimiento de las plantas y reducir el uso de insumos, aplicándose en diferentes fases o lugares del cultivo para fortalecer el crecimiento vegetal (Beltrán-Pineda, M. E. y Bernal-Figueroa, A. A. 2022 citando a Vessey, 2003; Piotrowski y Rillig, 2008; Bhattacharyya y Jha, 2012; Verzeaux et al., 2017).

De acuerdo al objetivo general de este trabajo aplicar *Trichoderma harzianum* como biofertilizante en cultivos de Lechuga crespa - *Lactuca sativa* para la creación de un manual práctico en una Huerta Escolar de Usme. Se escogió la planta de la Lechuga crespa - *Lactuca sativa* porque su producción en Colombia se presenta a lo largo y ancho del territorio nacional, dándose su cultivo en pequeñas áreas, asociadas generalmente a un pequeño o mediano áreas de cultivo, presentándose estos cultivos en áreas diversas como también de reducido espacio. Además, la Lechuga crespa - *Lactuca sativa* se caracteriza por ser un cultivo con un periodo vegetativo corto presentando un ciclo de vida de 50 a 60 días estando en este tiempo listo para su cosecha, también en algunas variedades con un periodo medio puede durar poco de 70 a 80 días o en algunas siembras con cultivos tardíos pueden oscilar desde los 65 hasta los 130 días. (Quintero, J. s.f.)

En los cultivos de Lechuga crespa se requiere una intensiva mano de obra e insumos, tiene altos costos de producción por ser un producto altamente perecedero, y con problemas sanitarios, afrontando problemas relacionados con su bajo rendimiento y calidad ya sea a consecuencia de a

una extrema susceptibilidad a plagas, enfermedades, condiciones adversas de clima o suelo, entre otros. (Quintero, J. s.f.)

Siendo el tiempo del ciclo de vida como las características del cultivo de la Lechuga crespa pertinentes para trabajar con los estudiantes en la huerta escolar, ya que se podría observar de manera constante, detallada y de manera completa como la Lechuga crespa actúa a un biofertilizante con el microhongo *Trichoderma harzianum*.

En este trabajo de grado pedagógico, se pretende de desarrollar un Manual práctico destinado a facilitar el aprendizaje sobre el cultivo de la Lechuga crespa, especialmente diseñado para niños de tercer grado. Los manuales son valiosas herramientas pedagógicas, juegan un papel crucial en el proceso educativo, proporcionando una estructura organizada y detallada que promueve la comprensión y aplicación efectiva del conocimiento (Anderson, 1996). Estos documentos ofrecen una guía paso a paso, acompañada de ejemplos prácticos, con el fin de facilitar la asimilación de conceptos complejos de manera accesible y amigable para el público objetivo. Además, los manuales son una fuente confiable de información que puede servir como referencia continua tanto para estudiantes como para profesores, permitiendo un aprendizaje autónomo y continuo (Gagné, Briggs & Wager, 1992). En este contexto, se plantea la elaboración de un manual específicamente adaptado para abordar las necesidades de aprendizaje de los niños de tercer grado en el cultivo de la Lechuga crespa, con el objetivo de enriquecer su experiencia educativa y promover su desarrollo integral.

2. Justificación:

La disponibilidad agrícola en Colombia es de aproximadamente 40 millones de hectáreas siendo este un potencial agrícola elevado, aunque solo se tienen sembradas o para cultivar 7 millones (Ministerio de agricultura. 2021), permitiendo a Colombia ser un país con altas posibilidades de potenciar su agroindustria nacional,

De este modo se ha propiciado por el uso de fertilizantes químicos (NPK) para los cultivos agrícolas de país, esto con el sentido de reducir las pérdidas de los cultivos, tener mayor rendimiento en los mismos, pero causando daño en el suelo a largo plazo, produciendo un aumento de materia inorgánica en el suelo como menciona González, P.,(2019) que el uso excesivo de fertilizantes químicos causa eutrofización refiriéndose al almacenamiento excesivo de nutrientes inorgánicos, la toxicidad de las aguas, entre otros efectos en el suelo, además de causa una degradación del suelo y de los ecosistemas, desequilibrios biológicos y reducción de la biodiversidad (González, P., 2019).

De acuerdo a esto se propone el diseño de un biofertilizante donde se evidencie el uso de microorganismos que generen un beneficio en el suelo, además que promuevan un óptimo crecimiento y desarrollo en las plantas, reduciendo así el uso de fertilizantes y/o productos químicos que afectan a la fertilidad, y biodiversidad del suelo como menciona Beltrán-Pineda, M. E., & Bernal Figueroa, A. A. (2022) que existe aumento en las poblaciones de microorganismos benéficas las cuales aumentan la resistencia de las plantas en condiciones adversas entre estas la deficiencia de nutrientes, también comenta que en un biofertilizante contiene microorganismos benéficos del suelo, promueven el crecimiento de las plantas y reducen el uso de insumos químicos, colonizando de esta forma la rizosfera o el interior de estas, aplicándose estos biofertilizantes en las semillas o el suelo del cultivo.

Por lo tanto, se decidió realizar el biofertilizante con el microhongo *Tricoderma harzianum* debido al interés que se tiene sobre el organismo destacando la simbiosis del organismo con diversos cultivos permitiendo de esta manera abordar procesos emergentes a las interacciones del microhongo con las plantas. Como también algunas cualidades del *Tricoderma harzianum* es que es un microhongo saprofito y descomponedor de madera y del suelo, proporcionándoles nutrientes entre otros beneficios a las plantas, también produce metabolitos que estimulan los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal ya que se multiplica en el suelo y colonizar las raíces de las plantas (Cubillos-Hinojosa, J., Valero, N., & Mejía, L. 2009).

Se piensa usar el biofertilizante del *Tricoderma harzianum* con la planta de Lechuga crespita – *Lactuca sativa* ya que en los cultivos de Lechuga tiene una producción en el país abundante, aunque con varias dificultades de cosecha, ya que se tiende a usar varios fertilizantes porque este organismo requiere una intensiva mano de obra e insumos, tiene altos costos de producción por ser un producto altamente perecedero, y con problemas sanitarios, afrontando problemas relacionados con su bajo rendimiento y calidad ya sea a consecuencia de a una extrema susceptibilidad a plagas, enfermedades, condiciones adversas de clima o suelo, entre otros (Zambrano, A., 2009). Por estas razones el biofertilizante del *Tricoderma harzianum* es una buena opción de uso en la Lechuga crespita – *Lactuca sativa* debido a la eficacia del micro hongo en su inoculación con las plantas como también el aporte de nutrientes para un mejor crecimiento y desarrollo de su interacción con el cultivo de la planta de Lechuga Crespita.

De esta ,manera este Trabajo de Grado se planea dirigir a estudiantes del grado tercero de un colegio de Usme dando uso de la huerta escolar de la institución ya que por la disponibilidad del espacio, además del trabajo y participación colectiva entre los estudiantes y maestros en la huerta, me parece un lugar pertinente para abordar un Manual Práctico (didáctico) donde se aborde

la importancia de los biofertilizantes en el país, también donde se realice experimentos sobre el diseño del biofertilizante del *Trichoderma harzianum* desarrollando habilidades practicas sobre un conocimiento biológico y científico de este microorganismo y su aplicación en la planta de Lechuga crespa – *Lactuca sativa* siendo de esta manera una forma en la que los estudiantes aprendan sobre la interacción de estos biofertilizantes y los cultivos, además de realizar una serie de actividades, guías para notar las habilidades y aprendizajes prácticos, experimentales y teóricos con los estudiante.

3. Marco Teórico:

3.1. Biofertilizantes:

La masiva producción de fertilizantes (NPK), en consecuencia a una alta demanda de estos productos, ha influido su implementación y consumo en los últimos años sobre las prácticas de cultivo y la agricultura convencional, mencionando Stefan et al, (2010) que el uso de estos productos de fertilizantes (NPK) han generado un gran aumento en la producción de alimento, pero del mismo modo ha causado problemas de contaminación en los agroecosistemas, además de también altera algunas interacciones ecológicas en los agroecosistemas con su medio. Surgiendo alternativas ecológicas en las prácticas de agricultura propendiendo por la diversidad y conservación del suelo, siendo una de estas el uso de algunos microorganismos benéficos en el suelo, contribuyendo a largo plazo a la recuperación a la calidad de este recurso (Beltrán-Pineda, M. E. & Bernal-Figueroa, A. A. 2022, citando a Santillana. 2006).

Por lo tanto la diversidad de poblaciones microbianas, promueve un incremento en los procesos de interacciones ecológicas, en diversidad, estabilidad y productividad en los agrosistemas, esto lo define Çakmakçi et al., (2006) como el uso de microorganismos en la agricultura es factible debido a su capacidad para descomponer residuos orgánicos, desintoxicar

compuestos recalcitrantes, suprimir enfermedades en las plantas, producir compuestos bioactivos como vitaminas y hormonas que estimulan el crecimiento vegetal, y aportar nutrientes al suelo por medio de procesos como la solubilización de fosfato y la fijación de nitrógeno atmosférico (Beltrán-Pineda, M. E. & Bernal-Figueroa, A. A. 2022, citando a Çakmakçi et al., 2006).

Por consiguiente, existe una amplia diversidad en estos biofertilizantes que debido a su uso se podrían dividir en 4 grandes grupos como los fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, captadores de fósforo y promotores del crecimiento vegetal. En las fijadoras de nitrógeno estas se desarrollan de forma natural en el suelo, y al ser un biofertilizante ecológico se puede dividir en dos grupos, uno es las simbióticas, como *Rhizobium* sp. y las de vida libre, que viven en el suelo y no necesitan a la planta para su reproducción, como *Azotobacter* sp y *Azospirillum* sp (Virgen, G., C. y Molina, E., A. 2013). En las solubilizadores de fosforo se encuentran los microorganismos que realizan el paso de fósforo de formas orgánicas a inorgánicas, formas insolubles a solubles. Esta transformación de fosfatos insolubles a formas disponibles para las plantas se obtiene por procesos de 1). Quelación, 2). Reducción de Hierro, y 3). Producción de ácidos orgánicos. Los microorganismos que participan en la solubilización ocupan el 10% de la población del suelo, se encuentran en la rizosfera y algunas especies son: *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis*, *Penicillium bilaji*, y *Aspergillus niger*, entre otros (Virgen, G., C. y Molina, E., A. 2013).

En las captadoras de fosforo se encuentran menciona Virgen, G., C. y Molina, E., A. (2013) que las micorrizas tienen la función de ser captadoras de fósforo, penetrándose o se unen el hongo a las raíces de la planta para que éstas les proporcionen los nutrientes necesarios y con ello cumplan su ciclo de vida, se nutren de exudados de la raíz ricos en carbohidratos. La presencia de las micorrizas en el medio favorece al sistema radical, lo que conlleva a la planta a una mejor absorción de agua y nutrientes, así como defensa contra patógenos. Y en las promotoras de

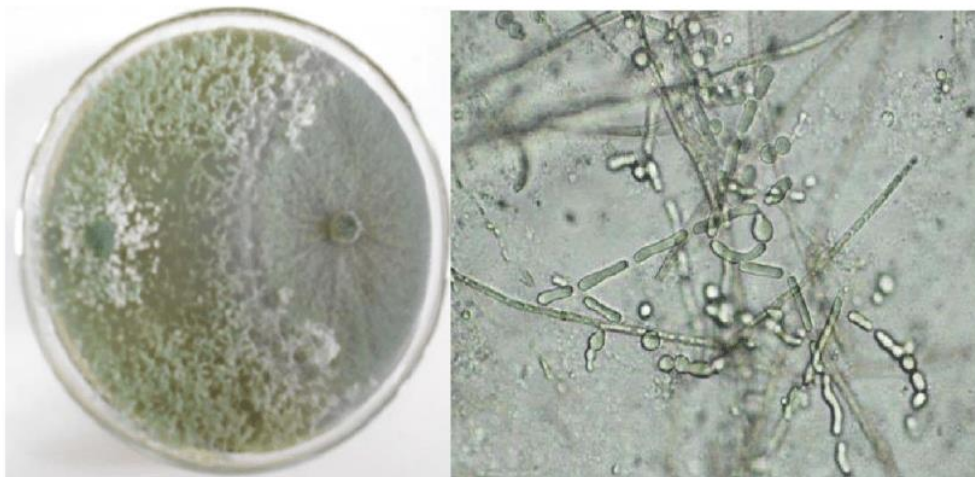
crecimiento vegetal están microorganismos que, durante su actividad metabólica, son capaces de producir y liberar sustancias reguladoras de crecimiento para las plantas como por ejemplo el género del microhongo *Trichoderma* que produce la hormona Giberelina (Virgen, G., C. y Molina, E., A. 2013).

En efecto los microorganismos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato son utilizados como base para la fabricación de biofertilizantes, como lo menciona Vessey, (2003) y Alfonso et al., (2005) ya que estos son de importancia en la agricultura ecológica ya que promueven la circulación de nutrientes requeridos por las plantas, reduciendo el consumo y aplicación de fertilizantes (NPK). Conociéndose dentro de estos microorganismos, una alta diversidad de microhongos y bacterias de vida libre o asociativas que destacan por su potencial como biofertilizantes (Çakmakçi et al., 2006).

3.2 Genero *Trichoderma*:

Figura 1 Muestra de Microhongo Trichoderma harzianum.

tomado de https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Antagonismo-in-vitro-de-Trichoderma-harzianum-contra-M-fijiensis-Izquierda_fig1_277132645



Por lo tanto, el género *Trichoderma* funciona como agentes de control biológico ya que se debe a su alta capacidad reproductiva, habilidad para sobrevivir bajo condiciones ambientales desfavorables, eficiencia en la utilización de nutrientes, capacidad para modificar la rizosfera, fuerte agresividad contra hongos fitopatógenos y eficiencia en promoción del crecimiento en plantas e inducción de mecanismos de defensa. Las diferentes especies se caracterizan por tener un crecimiento micelial rápido y una abundante producción de esporas, que colonizan diversos sustratos y del suelo, teniendo entre las especies más destacadas el *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, y *T. hamatum* (Martínez B.; D. Infante; Y. reyes. 2013).

El género *Trichoderma* está ubicado taxonómicamente en el reino Fungi, phylum *Ascomycota*, en la clase *Sordariomycetes*, orden *Hypocreales* en la Familia *Hypocreaceae* y en el género *Trichoderma* según la NCBI (2010) citado por Vásquez Cárdenas, J. A. (2010). Por otro lado el género *Trichoderma* mecanismos de acción como lo son la antibiosis donde se da en la gran mayoría de cepas de este género, produciendo metabolitos secundarios, algunos de los cuales inhiben otros microorganismos con los que no se establece contacto físico, considerándose estas sustancias inhibitorias como antibióticos (Betancourt Tituaña, H. F. 2020 citando a Hjeljord y Tronsmo, 1998). también existe una competencia definida por Betancourt Tituaña, H. F. (2020) como el comportamiento desigual de dos o más organismos ante un mismo recurso, ya sea espacio, sustrato o nutrientes, siempre y cuando la utilización de éste por uno de los organismos reduzca la cantidad o espacio disponible para los demás.

En sus mecanismos de acción posee un micoparasitismo el cual es un proceso complejo en la interacción que hay entre antagonista - patógeno que según Betancourt Tituaña, H. F. (2020) citando a Harman, (2001); Howell, (2003); Woo et al., (2006) menciona que este proceso ocurre en cuatro etapas siendo la primera la etapa quimio trófico donde *Trichoderma sp.* puede detectar

a distancia a sus posibles hospedantes, la segunda etapa se denomina reconocimiento y esto se debe a la alta especificidad del antagonista por el sustrato (Betancourt Tituaña, H. F. 2020 citando a Hoyos et al., 2009). La tercera etapa es la de adhesión y enrollamiento, esta ocurre por la asociación de un azúcar de la pared del antagonista con una lectina presente en la pared del patógeno (Chet et al., 1998), y por último esta la etapa de la actividad lítica dándose por la producción de enzimas líticas extracelulares, fundamentalmente quitinasas, glucanasas y proteasas, que degradan las paredes celulares del patógeno y posibilitan la penetración de las hifas de *Trichoderma spp* (Betancourt Tituaña, H. F. 2020 citando a Küçük y Kivanç, 2004). Por lo tanto, en el micoparasitismo se concluye mostrando síntomas de disgregación en las células hospedantes, a causa de la pérdida del contenido citoplasmático de las mismas.

Además, el *Trichoderma* tiene un potencial enzimático alto en la detención de procesos infecciosos de los patógenos, desactivando las enzimas de los patógenos y estimulando el crecimiento vegetal pues menciona Howell (2003) que este controlador biológico secreta más de 70 metabolitos, entre ellos sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo vegetal. Por último, en los mecanismos de acción como antagonista y colonizador que el género ejerce sobre las raíces es un rápido y óptimo desarrollo reticular como lo menciona Hatman (2001) citado por Betancourt Tituaña, H. F. (2020) que permite mayor resistencia al estrés por parte de la planta, también le facilita una rápida solubilización y absorción de nutrientes inorgánicos como la estimulación del crecimiento vegetal.

3.2.1 *Trichoderma harzianum*

A nivel microscópico el género *Trichoderma* presenta conidióforos ramificados, fiálides en forma de botella de donde se desprenden los conidios. También contiene hifas delgadas que

pueden ser globosas o elipsoidales y dependiendo de la especie pared lisa o rugosa. Las principales diferencias entre *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, se basan en que el primero presenta hifas poco más delgadas y conidios de menor tamaño los cuales macroscópicamente tienden a presentar una coloración verde oliva mientras que *T. viride*, presenta hifas poco más gruesas por su rugosidad, conidios de mayor tamaño, con una apariencia macroscópica bastante correosa de color verde y además este tiene una pigmentación amarilla difusible en el medio (Vásquez Cárdenas, J. A. 2010 Citando a Samson et al., 2004)

El *Trichoderma harzianum* es un microhongo de color blanco en el micelio y desarrolla un color verde oscuro después de la esporulación. Las colonias de *T. harzianum*, crecen y maduran rápidamente a los cinco días de incubación en medio de cultivo agar de dextrosa y papa (PDA) a 25°C Romero. et, al. (2009). También menciona Vásquez Cárdenas, J. A. (2010) que esta especie posee hifas hialinas, septadas y ramificadas, con ramas cortas que miden de 18 a 25 μm . A partir de las fiálides delgadas con forma de botella se pueden desprender conidios de paredes lisas. Además, este hongo puede presentar como estructura de resistencia clamidosporas que según su ubicación en la hifa se denominarán intercalares si se encuentran en la mitad o terminales si están en la punta (Vásquez Cárdenas, J. A. 2010 Citando Samson et al., 2004).

3.3. Lactuca sativa

Figura 2 Cultivo de Lechuga crespa - *Lactuca sativa*. Foto tomada por Diego Gómez



La lechuga crespa, conocida científicamente como *Lactuca sativa*, es una planta perteneciente al orden de las Asterales y al género *Lactuca*. Según datos recopilados por Pérez (2018), la lechuga crespa se caracteriza por presentar una estructura arbustiva, con posibilidad de crecimiento tanto determinado como indeterminado, y una variada morfología que incluye formas rastreras, semierectas o erectas. En cuanto a su sistema radicular, esta planta cuenta con una raíz principal corta y delgada, acompañada de abundantes raíces secundarias y adventicias (Gómez, 2020).

El tallo principal de la lechuga crespa, descrito por Rodríguez (2017), constituye el eje central de la planta, donde se encuentra la epidermis, los pelos glandulares y la corteza. De este tallo principal se desprenden las hojas, los tallos secundarios o ramificación simpodial, así como las inflorescencias, ubicándose en la parte superior el meristemo apical (Hernández, 2019, citando a López, 2015).

En cuanto a la flor de la lechuga crespa, García (2021) señala que presenta una estructura floral perfecta, compuesta regularmente por 5 o más sépalos y un igual número de pétalos de color

amarillo dispuestos helicoidalmente. Estas flores se agrupan en racimos simples o ramificados, ubicándose en el tallo o en el lado opuesto a la hoja (Martínez, 2016, citando a Sánchez, 2013).

En su ciclo de crecimiento, la lechuga cresa pasa por diversas etapas fenológicas. Según datos recopilados por Pérez (2018), la siembra de la semilla da inicio a la primera etapa, seguida por la germinación que ocurre aproximadamente entre cuatro y seis días después de la siembra. Luego, durante su crecimiento vegetativo, la planta experimenta un rápido desarrollo de hojas, tallos, flores y frutos, con una duración de aproximadamente 70 días después de la siembra (Gómez, 2020). La etapa de floración comienza entre los 20 y 40 días posteriores al trasplante, continuando a lo largo del ciclo de crecimiento. El desarrollo del fruto, según Hernández (2019), inicia acumulando materia seca de forma estable, hasta alcanzar la maduración entre los 80 y 120 días después del trasplante (Martínez, 2016).

Durante el crecimiento de las plantas, es importante realizar tareas de mantenimiento, como el riego regular y el control de malezas, plagas y enfermedades. Según recomendaciones de Gómez y Peralta (2018), "el riego adecuado es crucial para prevenir problemas de estrés hídrico y garantizar un crecimiento óptimo de las plantas". La cosecha puede realizarse cuando las hojas exteriores forman una cabeza compacta, y las hojas externas pueden ser cosechadas según sea necesario.

Cuando las plantas de lechuga cresa alcanzan la madurez, comienzan a formar cabezas compactas de hojas rizadas y frescas, listas para la cosecha. Según García et al. (2020), "la cosecha de la lechuga cresa se puede realizar cuando las hojas exteriores forman una cabeza compacta, y las hojas externas pueden ser cosechadas según sea necesario para mantener un crecimiento continuo de la planta". Es importante cosechar las hojas en el momento adecuado para garantizar su frescura y sabor óptimos.

3.4 Estrategia educativa.

En el diseño de un Manual escolar practico se realizará experimentos, pasos, creaciones como también actividades y repasos que lleven al estudiante a comprender y aprender sobre algunos campos y/o temas de las ciencias. De esta manera menciona Gómez (2011) que el manual escolar es un libro de texto que es utilizado en la escuela, recomendado para los estudiantes teniendo así una estructura con actividades, ejemplos, ejercicios entre otros contenidos con la finalidad la enseñanza de una temática en respuesta a las necesidades el sistema educativo.

De este modo tiene una contribución que radican en su capacidad para facilitar el aprendizaje autónomo. Proporcionando instrucciones claras y detalladas, los manuales permiten que los estudiantes puedan aprender de manera autónoma, consultando el material según sus necesidades y ritmo de aprendizaje (Hodges, 2004). Además, los manuales suelen incluir ejemplos prácticos, casos de estudio y ejercicios que permiten a los estudiantes aplicar los conceptos teóricos aprendidos en situaciones reales, fortaleciendo así su comprensión y habilidades prácticas (Merrill, 2002). Esta aplicación práctica es crucial para el desarrollo de competencias efectivas en el ámbito educativo y profesional.

Por ende dentro de la estructura de un manual escolar Gómez (2011) menciona que se caracteriza por presentar y organizar el contenido textual o disciplinar que atiende a una interacción de elementos y contenidos en los que sobresalen, Primero se da paso a un modelo de agrupación temática con denominación propia, a saber: lecciones, temas, unidades y actividades, lo segundo es modelo de codificación que usa diferentes tipos de letras, párrafos numerados y epígrafes resaltados, Tercero se manejan unas formas específicas de expresión literaria como son las definiciones, explicaciones, demostraciones, preguntas y respuestas, diagramas, etc. Y Cuarto se

utilizan unos modos de orientación al lector mediante el uso de ejemplos, ejercicios, problemas, cuestiones o actividades (Gomez. 2011).

3.5 Huerta escolar

De acuerdo con Gómez (2012), la huerta escolar es una estrategia pedagógica que involucra a los estudiantes en la producción de alimentos de forma sostenible, incentivando la educación ambiental y la promoción de hábitos alimentarios saludables. El autor afirma que las huertas escolares pueden mejorar la calidad de vida de los estudiantes y de la comunidad, ya que promueven la producción de alimentos locales y generan conciencia ambiental. Por otro lado, Ramírez y Sierra (2014) resaltan que la huerta escolar es una herramienta pedagógica valiosa para la enseñanza de la ciencia y la promoción de hábitos alimentarios saludables. Estos autores señalan que las huertas escolares permiten a los estudiantes aprender acerca de la biología de las plantas, la química del suelo y la producción de alimentos, por medio de la experiencia práctica y la experimentación.

Según el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2010), las huertas escolares son una estrategia para fomentar la educación ambiental y la promoción de hábitos alimentarios saludables. El Ministerio destaca que las huertas escolares permiten a los estudiantes aprender acerca de la naturaleza, el medio ambiente, la producción de alimentos y la agricultura sostenible. Además, las huertas escolares pueden incentivar la participación comunitaria en la producción de alimentos y promover el consumo local de alimentos. En conclusión, los autores coinciden en que la huerta escolar es una herramienta pedagógica valiosa para la educación ambiental, la promoción de hábitos alimentarios saludables y la enseñanza de la ciencia. Asimismo, destacan que las huertas

escolares pueden contribuir a mejorar la calidad de vida de los estudiantes y de la comunidad en general, fomentando la producción local de alimentos y generando conciencia ambiental.

4. Antecedentes

4.1 Internacionales

En el artículo titulado Bioformulación de *Trichoderma harzianum* en sustrato sólido y efectos de su aplicación sobre plantas de pimiento, realizado por Bader, A. N. et, al. (2020) en Pampa, Argentina, se pretende una implementación de un biofertilizante de fácil aplicación y de formulación económica con diferentes inóculos de *Trichoderma harzianum*, todo esto con el objetivo de evaluar el efecto del biofertilizante sobre las plantas de pimiento (*Capsicum annum* L.). Esto se realizó por medio de un desarrollo de biomasa fúngica y esporulación sobre 4 soportes orgánicos siendo estos sobre arroz, Salvado de trigo, Turba y Salvado de trigo más turba siendo inoculados separadamente con *T. harzianum*.

Los resultados de esta investigación en la mezcla de salvado de trigo más turba obtuvo una mayor colonización fúngica y esporulación a los 5 días posteriores a la inoculación. también se mostró que en temperaturas entre 4° y 25° durante 15 días se obtuvo una mejor conservación de la viabilidad de conidios en el bioformulado, mientras que en temperaturas entre 35° hasta 40°c la viabilidad se redujo a un 80 % demostrando que estos inóculos no son viables en temperaturas elevadas a 35°C.

A lo cual se presenta la temperatura como un aspecto muy importante para este Trabajo de Grado ya que así se puede tener en cuenta un lugar con una temperatura baja donde se viable implementar el diseño del biofertilizante con el microhongo *T. harzianm* en cultivos de Lechuga crespa – *Lactuca sativa* en la Huerta escolar del colegio de Usme.

En esta investigación experimental se evidencio un óptimo crecimiento de las raíces y de la capacidad fotosintética, considerando así que el mayor crecimiento radical podría favorecer la tolerancia de las de las plantas a las enfermedades radicales, ofreciéndoles un crecimiento y desarrollo más saludable en cultivos de Pimiento (*Capsicum annum L.*), Tomate (*Solanum lycopersicum L.*) (Bader et al 2020 citando a Bader et al 2019).

Ahora bien el uso de agentes de control biológico es ideal para el panorama de una alternativa de agroindustria siendo una opción de remplazo de fertilizantes (N.P.K), afectando estos del deterioro del suelo, el aumento de materia inorgánica en el mismo y la contaminación de aguas subterráneas.

Por un lado en trabajo titulado Las cepas nativas de *Trichoderma harzianum* de Argentina producen ácido indol-3 acético y solubilización de fósforo, promueven el crecimiento y controlan la marchitez del Tomate (*Solanum lycopersicum L.*), muestra el control biológico del *Trichoderma harzianum* sobre el Tomate (*Solanum lycopersicum*) encontrándose en este trabajo una investigación experimental realizada por Bader et al (2020) en la ciudad de Pampa, Argentina. Teniendo como objetivo de estudio de esta investigación, en un primer momento el caracterizar y seleccionar diversas de cepas pertenecientes al Genero *Trichoderma spp.* aisladas de suelos hortícolas y casi prístinos, y evaluar su potencialidad como promotores de crecimiento y como agentes biocontroladores de la enfermedad del marchitamiento por *Fusarium oxysporum* en Tomate.

De esta manera se realizo un análisis de diecinueve cepas recolectadas, identificadas como *T. brevicompactum*, *T. gamsii* y *T. harzianum*, para determinar su capacidad para producir el ácido auxina indol 3-acético (AIA), el solubilizar fosfato y biocontrolar *F. oxysporum*. Doce cepas redujeron el crecimiento de hongos patógenos en más del 50 % y cuatro de ellas (denominadas

FCCT 16, FCCT 58, FCCT 199-2 y FCCT 363-2) exhibieron la mayor producción de AIA como también el solubilizar el fosfato, mostraron estas cuatro cepas una inhibición en el crecimiento de *F. oxysporum* entre un aproximado de 80%, reportando que *T. harzianum* es una de las especies de microhongo más agresiva contra patógenos, lo que sugiere su alto potencial como agente eficaz para control biológico (Bader et al 2020 citando a Siddiquee et al., 2009).

En las plantas de tomate inoculadas con esas cuatro cepas se mostró un aumentaron el contenido de clorofila, la longitud de los brotes, el peso fresco y seco de los brotes y las raíces, y redujeron la enfermedad del marchitamiento por *F. oxysporum* entre un 10 y un 30 %. También la interacción del *Trichoderma* con otros microbios de la rizosfera influyen en la protección contra enfermedades, el crecimiento de las plantas y el rendimiento. evidenciando que algunas especies son capaces de producir varias defensas vegetales que provocan patrones moleculares asociados a microbios como xilanasas, hinchantes, peptaiboles y compuestos de bajo peso molecular (Bader et al 2020 citando a Druzhina et al., 2011, Zeilinger et al., 2016).

Asimismo este antecedente es importante en el Trabajo de Grado ya que esta investigación nos muestra resultados donde las cepas de *Trichoderma* de la Pampa Argentina estimulan el crecimiento de las plantas de cultivos Hortícolas como el Tomate a partir de la producción de fitohormonas además de surgir como una estrategia prometedora en el manejo de enfermedades en los cultivos de Tomate en la huerta escolar.

En lo investigado respecto a la huerta escolar, se encuentra este espacio como un escenario de practica pedagógica donde se puede manejar una multidisciplinariedad en cuanto a temas científicos, colectivos entre otros evidenciándose esto en la investigación de Morales, H.,

Ferguson, B. G., Chung, K., & Nigh, R.(2021) titulada Escalamiento de la agroecología desde el huerto escolar y la importancia de reconocer la cultura, los alimentos y lugar, realizado en Chiapas, México, teniendo este trabajo el objetivo de analizar cómo los participantes en la formación de LabVida comprendieron los conceptos como aprendizaje basado en la indagación, investigación-acción participativa y cómo influyeron en su práctica docente.

Además, se busca entender los desafíos que encontraron estos profesores, que en su mayoría conocían poco de la agricultura, las ciencias naturales o la investigación científica. siendo el foco importante de esta investigación el entender cómo los huertos escolares pueden contribuir a la ampliación de la agroecología a través de la educación formal, utilizando la Huerta escolar denominada LabVida como espacio en la experiencia con una comunidad de práctica para profesores, con el propósito de desarrollar una red de educadores que utilizaran los huertos escolares y la educación experimental para enseñar los principios de la agroecología, la soberanía alimentaria y la investigación-acción (IA). Por ende, se da uso de una recopilación de datos siendo sobre todo cualitativa y abierta, generada por indicaciones escritas o verbales en los participantes (Morales, H., et, al 2021).

Considerando los aspectos de la huerta escolar importantes en este proyecto ya que anima a los participantes a crear su propio camino de aprendizaje y a compartir estas experiencias y generar nuevos conocimientos con sus compañeros promoviéndose un aprendizaje donde se puede compartir estas experiencias y generar nuevos conocimientos en los estudiantes.

En la implementación de manuales educativos para la enseñanza de las ciencias, se tomó como referencia el trabajo titulado Manual de prácticas de la experiencia educativa bióloga vegetal, realizado en Xalapa Ciudad de México por Valdovinos, T. C. (2013), manejando una metodología integral y flexible donde se adapta los temas de botánica de acuerdo a las necesidades

de sus estudiantes o particularidades que el docente desea manejar, esto lo hace introduciendo a los estudiantes al mundo de los vegetales, particularmente de las gimnospermas y angiospermas, aunque también puede aplicarse a otros grupos de plantas. enfatizándose en el crecimiento y desarrollo como respuesta a cambios ambientales, las respuestas morfogenéticas de las plantas a la luz, el papel de las hormonas y el funcionamiento de las plantas en su medio.

Se la creación de ejercicios formados por una serie de apartados que guiaran tanto al docente como a los alumnos con la información y preparación de material que se requiere previa al ejercicio, los conceptos básicos que se requieren, la forma de evaluación, así como un cuestionario y la literatura necesaria. también se inician experimentos con una aproximación al microscopio, estereoscópico y óptico, el estudio de las células, tejidos y órganos vegetales, el estudio de los grandes grupos de plantas y su fisiología. Los temas siguen un orden lógico de complejidad, sin embargo, al estar en apartados separados es posible modificar la secuencia, compactar o extender la información.

Aportando el trabajo anterior a este Trabajo de Grado una estructura para organizar el manual educativo biológico donde se pueda trabajar de manera experimenta, articulada y flexible conceptos de biología en los estudiantes de primaria.

En siguiente trabajo titulado Producción de Cultivo Hidropónico Lechuga (*Lactuca Sativa L.*) para la Promoción de la Autogestión en la Escuela Básica Bolivariana “Los Naranjos” realizado en Barinas, Venezuela por Luis Alfredo Diaz se centra en la investigación realizada en la Escuela Básica Bolivariana "Los Naranjos" en Venezuela, donde se promueve el cultivo hidropónico de lechuga como una forma de autogestión. El objetivo principal de la investigación es explorar cómo el cultivo hidropónico de lechuga en una huerta escolar puede mejorar la calidad de la nutrición

de los estudiantes, fomentar la formación en prácticas agrícolas sostenibles y promover la autogestión en la comunidad escolar.

El estudio se basa en un enfoque cualitativo y en la metodología de Investigación Acción Participativa. Se destaca la importancia de involucrar a los estudiantes desde temprana edad en nuevas técnicas de cultivo, como el cultivo hidropónico de lechuga. Se plantean interrogantes sobre los conocimientos de los estudiantes, el diseño y desarrollo de la estrategia de cultivo, y la evaluación de la producción. Se discuten teorías y conceptos relacionados con la hidroponía, la importancia de los cultivos hidropónicos y la preservación de recursos naturales en la agricultura.

Como resultado, se recomienda enseñar a los alumnos sobre los cultivos hidropónicos, involucrar a los padres en el proceso, garantizar la conservación del espacio, mejorar los planes educativos y sensibilizar a los actores educativos. Se resalta la importancia de integrar a la comunidad en las actividades agrícolas y se destacan los beneficios de la producción de alimentos frescos y sanos a través de la técnica hidropónica.

Esta investigación es relevante para este trabajo ya que tiene en cuenta el cultivo de Lechuga cressa en una huerta escolar aportando beneficios significativos a la comunidad educativa promoviendo la autogestión y la producción de alimentos frescos y sanos, sino que también brinda la oportunidad de mejorar la calidad de la nutrición de los estudiantes y fomentar la formación en prácticas agrícolas sostenibles.

4.2 Nacionales

Este artículo titulado Compatibilidad de fungicidas químicos, biológicos y de origen vegetal sobre el hongo benéfico *Trichoderma harzianum*, controlador de *Fusarium oxysporum* en

plantas de tomate (*Solanum lycopersium*) realizado en Antioquia. Se mencionan los daños que genera algunos fitopatógenos como por ejemplo el *Fusarium oxysporum* sobre el tomate y algunas alternativas que puede tener para contrarrestar los daños por estos y evitando el uso de insumos químicos, se plantea el *Trichoderma harzianum* como una opción de biofertilizante para para contrarrestar los daños a cultivos en tomate y del suelo.

Evidenciándose esto el trabajo de grado de Rodríguez, A. P. (2020) manejando como objetivo el evaluar la compatibilidad de fungicidas sobre *T. harzianum* para el manejo integrado de *Fusarium oxysporum* en tomate. siendo determinado por la eficacia de ocho fungicidas sobre *F. oxysporum* y se analizó el efecto de estos sobre *T. harzianum* evaluando el porcentaje de inhibición *in vitro*. En los métodos y resultados obtenidos en esta investigación se realizó una prueba *In vivo* donde se evaluó la incidencia y severidad de la enfermedad en tomate. Así, determinaron los fungicidas más compatibles con el hongo biocontrolador y los más eficaces contra la enfermedad. obteniendo resultados *in vitro* indicando que los productos compatibles con el hongo benéfico fueron los bioensayos, por su parte los químicos fueron más eficaces contra el hongo fitopatógeno pero incompatibles con *T. harzianum*. Además, en resultados en la prueba *in vivo* sugirieron que el tratamiento biológico más *T. harzianum* mostró un mejor manejo de la enfermedad (Rodríguez, A. P.,2020). De esta manera se concluye que el tratamiento mencionado tiene potencial para un manejo integrado de la marchitez vascular, y que los bioinsumos evaluados son compatibles con *Trichoderma harzianum*.

De esta manera es de gran interés este trabajo de grado para esta investigación, ya que en este se logra notar plagas como el *Fusarium oxysporum* en cultivos Hortícolas, pero al mismo tiempo mostrando el biofertilizante del *Trichoderma harzianum*. Como una alternativa de

biotecnológica para la disminución de fertilizantes químicos y sus efectos a largo plazo sobre el suelo.

Por ende, la importancia de la huerta escolar como estrategia pedagógica para fortalecer el aprendizaje, y existen varios estudios previos que han abordado este tema desde diferentes perspectivas. Se encontró un artículo titulado La huerta escolar como medio para el desarrollo de competencias científicas y ciudadanas en estudiantes de un colegio público en Bogotá, D.C realizado por Maldonado y Pinzón (2016).

Este estudio utilizó una metodología cualitativa y entrevistas estructuradas para analizar la percepción de los estudiantes sobre la huerta escolar y sus efectos en su aprendizaje. Los resultados mostraron que la huerta escolar fue una herramienta efectiva para fomentar el aprendizaje activo y práctico, así como para desarrollar competencias científicas y ciudadanas en los estudiantes. Además, los estudiantes expresaron una mayor motivación y compromiso con el aprendizaje a través de la huerta escolar. Este estudio proporciona evidencia empírica sobre la importancia de la huerta escolar como una estrategia pedagógica efectiva para mejorar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades en los estudiantes.

De esta manera la huerta escolar es un medio que permite la enseñanza e integración tanto de aspectos disciplinares en torno a la biología, como también en aspectos sociales y humanos, siendo un lugar donde la experimentación y el trabajo colaborativo, lleven a la formación y educación de los estudiantes.

En el siguiente trabajo titulado Reconstrucción de concepciones y saberes en Etnobotánica como estrategia de enseñanza en estudiantes de grado décimo del Liceo Campestre Thomas de Iriarte del Municipio de Subachoque, Cundinamarca. realizado por Arlette López Trujillo y Roció

Castellanos Blancomagda de la Universidad Nacional Autónoma de México en Cundinamarca Colombia teniendo como objetivo de estudio la principal resignificación de las tradiciones y prácticas en torno a plantas de la familia Asteraceae, incluyendo la Lechuga crespa, para la construcción de conocimientos escolares etnobotánicos en estudiantes de Educación Media. Se buscó indagar sobre los saberes etnobotánicos de los estudiantes, caracterizar las relaciones entre los conocimientos locales ancestrales y las concepciones escolares, y finalmente implementar una propuesta de práctica escolar que incluyera la Etnobotánica en el plan de estudios de la institución educativa.

El análisis del estudio reveló la existencia de relaciones entre los conocimientos locales ancestrales, las concepciones y prácticas de los jóvenes estudiantes en torno al cultivo y uso de plantas de la familia Asteraceae, como la lechuga crespa. Se evidenció que los estudiantes planteaban usos diversos de las plantas para la agricultura y la conservación de la flora de la región, basados en prácticas socio-culturales diarias en sus familias, barrios y escuela. Como resultado, se destacó el aporte significativo del cultivo de lechuga crespa y otras plantas de la familia Asteraceae en la huerta escolar, no solo en términos de conocimiento etnobotánico y prácticas agrícolas sostenibles, sino también en la promoción de una conducta ambientalmente significativa en defensa del medio ambiente.

Aportando en este trabajo una guía invaluable para investigar y desarrollar estrategias pedagógicas y prácticas agrícolas sostenibles en el contexto específico de la huerta escolar, con un enfoque particular en el cultivo de Lechuga crespa y otras plantas de la familia Asteraceae.

4.3 Locales

En el artículo titulado Evaluación del potencial antagónico de *Trichoderma harzianum* contra tres especies de hongos fitopatógenos de Caicedo Pineda Viviana y Jiménez Melo Hugo M (2019) realizado en la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. se tiene como objetivo el evaluar el potencial antagónico del *Trichoderma harzianum* frente a especies de los fitopatógenos *Verticillium alboairum*, *Sclerotium cepivorum* y *Nigrospora oryzae* mediante bioensayos in vitro e in situ, realizados como pruebas antagónicas duales y sobre tubérculos de papa, entre otros bioensayos. En los resultados que se obtuvieron se mostró que *T. harzianum* indujo porcentajes de inhibición micelial del 34% en *V. alboairum*, 4.5% en *N. sphaerica* y del 40% en *S. cepivorum*, siendo esto un indicador del potencial biocontrolador del *T. harzianum* como controlador de tres especies de fitopatógeno.

De esta manera el aporte de este artículo a el trabajo de grado es que muestra una amplia variedad de fitopatógenos que son inhibidos por el efecto controlador del *T. harzianum*, mostrando esté como un agente biológico con un potencial de biofertilizante muy eficaz.

El documento titulado Matememos al bicho: La huerta escolar como escenario educativo para la argumentación y la toma de decisiones presenta un estudio exploratorio sobre el uso de la huerta escolar como escenario educativo para la argumentación y la toma de decisiones en el marco de la educación científica, realizado en la Universidad Pedagógica Nacional. Donde se plantea un dilema ambiental en el que los estudiantes deben decidir si sacrifican o no unas larvas de coleóptero para cultivar la huerta escolar. El estudio los autores Peñaloza Jiménez, G. et, al. (2019) se enfoca en analizar las soluciones y justificaciones planteadas por los estudiantes y el papel de los conocimientos sobre ecología en estas soluciones y justificaciones. Además, se explora cómo la

huerta escolar puede promover la comprensión de la relación entre sociedad y naturaleza y cómo puede ser un escenario educativo para generar procesos de argumentación y toma de decisiones entre los estudiantes.

Este artículo sirve de aporte para este trabajo ya que desde algunos dilemas o cuestiones que surgen con la huerta pueden generar la comprensión entre la relación de la sociedad y la naturaleza.

En el trabajo titulado Micorrizas arbúsculares en *Lycopersicum esculentum* (Tomate Santa Clara): el bioensayo como una estrategia para la elaboración de un material didáctico que reconozca el uso de los biofertilizantes realizado por Herrera, N. F. (2022) en Bogotá. Teniendo como objetivo el reconocer a las Micorrizas Arbúsculares de los géneros *Glomus sp.*, *Acaulospora sp.*, *Entrophospora sp.* y *Scutellospora sp.* como un biofertilizante para *Lycopersicum esculentum* o tomate Santa Clara, por medio del diseño de un bioensayo que da cuenta del crecimiento y desarrollo de esta variedad de tomate, en presencia y ausencia de fertilizante químico y biofertilizante en dos concentraciones diferentes. Y de esta manera poder consolidar la elaboración de una cartilla didáctica enfocada al reconocimiento de las prácticas del cuidado de un cultivo casero, los efectos positivos de los biofertilizantes y el reconocimiento de las prácticas amigables para el ambiente además de promover prácticas de enseñanza y aprendizaje tanto individual como colectivas. evidenciando ventajas en tema de estado de nutrición de *Lycopersicum esculentum*, las cuales indica que las plantas inoculadas con micorrizas arbúsculares tuvieron mejores tasas de crecimiento vertical, peso fresco aéreo, desarrollo de flores y frutos, y mayor área de absorción por parte de la raíz. Esta experimentación facilitó la realización de la cartilla y el material educativo, permitiendo cuestionar, ejemplificar y detallar aspectos importantes para la enseñanza de las ciencias.

Por lo tanto es relevante para este trabajo de grado, la forma en que realizo cultivos caseros del Tomate, además la toma de datos con el metro en centímetros de aspectos de crecimiento y desarrollo de este cultivo además de la realización de los bioensayos de estos, para la posterior formulación y creación del material educativo.

En el artículo titulado Aislamiento de Bacterias Nitrificantes a partir de excremento de ganado Bovino de raza Holstein, para promover el uso de biofertilizantes mediante una propuesta pedagógica, Realizado por Johann Sebastián Bohórquez Caicedo en la Universidad Pedagógica Nacional en Bogotá Colombia, teniendo este trabajo el objetivo de estudio de analizar las poblaciones de bacterias nitrificantes presentes en el ganado bovino de raza Holstein, incentivando el uso de biofertilizantes por medio de un manual como estrategia pedagógica manejando en este una metodología experimental con enfoque mixto dando uso de un paradigma hermenéutico descriptivo.

En primer momento se realizó el aislamiento de poblaciones de bacterias nitrificantes a partir del excremento del ganado bovino en medios de cultivo (MCA y SWA), comparando por bioensayos con biofertilizante el crecimiento del cilantro *Coriandrum sativum*, detallando análisis en el aumento vertical del tallo, el número de hojas y el peso de la biomasa. Posteriormente, se diseñó un manual de prácticas de laboratorio para estudiantes de tercer semestre de biología de la Universidad Pedagógica Nacional, teniendo en cuenta los resultados del biofertilizante.

Además, contribuye en este trabajo de la forma que propone elementos estructurales para el diseño de un manual práctico donde se permita la enseñanza y experimentación que es en este caso el efecto de un biofertilizante de excremento de bovino en el crecimiento del cilantro, como también muestra el método utilizado para la validación del mismo manual.

5. Planteamiento del problema

En la actualidad Colombia es un país con un alto alcance en la agroindustria siendo muy relevante la producción de alimentos, de esta forma también es muy frecuente la administración de fertilizantes químicos en los cultivos agrícolas teniendo en cuenta el uso excesivo de estos fertilizantes y sus efectos contraproducentes en el suelo causando eutrofización, deterioro en la estructura del suelo, degradación del suelo, consecuencias en el aire y el agua, entre otros efectos. Además, que estos fertilizantes químicos, no son del todo absorbidos y utilizados por parte de las plantas en los cultivos causando una acumulación de residuos inorgánicos en el suelo de difícil degradación.

Por lo tanto, los biofertilizantes se presentan como una alternativa para disminuir el uso de fertilizantes químicos, reduciendo así los efectos adversos causados por estos productos químicos en la tierra, y siendo los biofertilizantes optimizadores tanto como en el crecimiento como en el desarrollo vegetal de los cultivos, dando importancia al uso de microhongo *Trichoderma harzianum* como un biofertilizante, teniendo este microhongo un gran impacto en la protección de plagas y/o fitopatógenos de cultivos hortícolas, como también contribuyen en el óptimo crecimiento y desarrollo de los cultivos, además que también aporta al reciclado de material inorgánico del suelo.

El uso de la biotecnología en los procesos de enseñanza-aprendizaje en el contexto escolar ofrece múltiples beneficios. Esta disciplina permite a los estudiantes adquirir conocimientos prácticos y experimentales que son esenciales para entender y aplicar conceptos científicos en la vida real. Además, la creación de un manual práctico y experimental como resultado de estas

experiencias no solo facilita el aprendizaje autónomo y contextualizado, sino que también promueve el desarrollo de habilidades críticas y analíticas. La biotecnología, al integrarse en el currículo escolar, fomenta la innovación y prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos científicos y tecnológicos del futuro.

Por medio de lo anterior, en esta problemática llevada a lo educativo, se pretende abordar la variedad de microorganismos trabajando en la educación básica los microhongos como *Trichoderma harzianum* y aspectos biotecnológicos en sus características como simbiote de plantas como la Lechuga crespa - *Lactuca sativa*. Manejando una educación desde la práctica y la experimentación en la clase de ciencias, donde se de uso de la huerta escolar como un recurso educativo donde se pueda enseñar ciencias desde una forma práctica y significativa.

Por lo anterior se plantea la siguiente pregunta problema.

¿Como enseñar la aplicación del biofertilizante *Trichoderma harzianum* en cultivos de Lechuga crespa - *Lactuca sativa* en una Huerta Escolar, mediante la implementación de un Manual Práctico Educativo para estudiantes de tercer grado de Usme?

6. Objetivos

6.1. Objetivo General:

Aplicar *Trichoderma harzianum* como biofertilizante en cultivos de Lechuga crespa - *Lactuca sativa* para la creación de un manual práctico en una Huerta Escolar de Usme.

6. 2. Objetivos específicos:

- Diseñar un Biofertilizante con el hongo *Trichoderma harzianum* usándolo en cultivos de Lechuga cresa - *Lactuca sativa* en la Huerta Escolar de Usme.
- Elaborar un Manual Práctico Didáctico sobre la interacción del biofertilizante *Trichoderma harzianum* en cultivos de Lechuga cresa- *Lactuca sativa*
- Validar el Manual Práctico Educativo con los estudiantes de 3° de primaria de Usme.

7. Metodología

En este Trabajo de Grado se utilizará una metodología mixta siendo un enfoque de investigación que integra métodos cualitativos y cuantitativos en un solo estudio. Esta metodología se basa en la recolección de datos de diferentes fuentes y el uso de diversas metodologías de análisis para proporcionar una comprensión más completa y profunda del fenómeno de estudio. En la metodología mixta, se utilizan técnicas de recolección de datos cualitativas, como entrevistas, observaciones y análisis de documentos, para capturar la riqueza de las experiencias, percepciones y contextos de los participantes. Estos datos cualitativos se analizan de manera inductiva, identificando temas, patrones y relaciones emergentes. (S, E, Herrera. 2017)

Además, se recopilan datos cuantitativos a través de métodos como encuestas, cuestionarios o mediciones objetivas. Estos datos cuantitativos se analizan de manera deductiva, utilizando técnicas estadísticas y matemáticas para identificar patrones, tendencias y relaciones numéricas. Una vez recopilados y analizados los datos cualitativos y cuantitativos, se lleva a cabo

un proceso de integración y triangulación de los resultados. Esto implica la comparación, contraste y combinación de los hallazgos de ambos tipos de datos para obtener una visión global y enriquecida del fenómeno de estudio (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Permitiendo abordar preguntas de investigación complejas y multidimensionales al combinar las fortalezas de los métodos cualitativos y cuantitativos. Proporciona una mayor validez y confiabilidad a los resultados al utilizar múltiples fuentes de datos y técnicas de análisis. Además, permite explorar las complejidades de los problemas de investigación desde diferentes perspectivas y enriquecer los resultados obtenidos.

También se hará uso del método fenomenológico hermenéutico que, según Fuster, D. (2019) menciona que "Este enfoque conduce a la descripción e interpretación de la esencia de las experiencias vividas, reconoce el significado y la importancia en la pedagogía, psicología y sociología según la experiencia recogida" (Fuster, D. 2019). Teniendo un enfoque cualitativo de acuerdo a los datos recogidos por los estudiantes que serán dados desde cuestiones socio-científicas abordadas en este proyecto, manejándose respuestas abiertas desde puntos interdisciplinarios. Además, que este método constituye procesos rigurosos y coherentes de las dimensiones éticas de la experiencia cotidiana de los estudiantes.

La metodología ambiental es un enfoque de investigación y estudio que se centra en el análisis y comprensión de los aspectos relacionados con el medio ambiente y los impactos humanos en él. Esta metodología se utiliza para abordar problemas ambientales, evaluar la calidad del medio ambiente, desarrollar estrategias de conservación y gestión, y formular políticas y acciones para promover la sostenibilidad ambiental.

Esta se encarga de identificar y definir claramente el problema ambiental, realizar una revisión bibliográfica y recopilación de datos relevantes, diseñar la investigación, estableciendo

objetivos y metodología, recopilar datos mediante técnicas como mediciones, encuestas o entrevistas, analizar los datos utilizando métodos estadísticos o cualitativos, interpretar los resultados y evaluar las implicaciones para la gestión ambiental, y formular recomendaciones y acciones concretas para abordar el problema. Además, que la metodología ambiental es multidisciplinaria y requiere la integración de conocimientos de diversas disciplinas para abordar de manera efectiva los problemas ambientales.

7.1 Diseño Experimental.

Este Trabajo de Grado tiene como propósito conformar un conocimiento disciplinar en el área de biología, esto se llevara a cabo desde la investigación científica profundizando en conceptos fundamentales en la enseñanza de la biología, teniendo abordados dentro de este trabajo procesos de experimentación, seguimiento y registro de los resultados obtenidos, además de una construcción de un manual práctico y validación sobre crecimiento y desarrollo de la Lechuga crespa – *Lactuca sativa* y como biofertilizante *Trichoderma harzianum* bajo experimentos en condiciones controladas evidenciando la interacción biológica entre estos organismos.

7. 1. 1 cultivo de Lechuga crespa

En la especie escogía en este Proyecto se optó por la Lechuga crespa – *Lactuca sativa* teniendo este cultivo características que lo hacen de fácil cultivo, ya que su periodo de crecimiento es breve, además están influenciados por una serie de factores ambientales y prácticas agronómicas que afectan su rendimiento y calidad. Según investigaciones de García et al. (2020), "el

crecimiento inicial de la lechuga crespa está marcado por la germinación de las semillas y la emergencia de plántulas, que suelen ocurrir entre 7 y 14 días después de la siembra".

Durante las primeras etapas de crecimiento, las plántulas de lechuga crespa requieren condiciones óptimas de luz, temperatura y humedad para un desarrollo saludable. López et al. (2021) señalan que "la lechuga crespa prefiere temperaturas moderadas, entre 15°C y 25°C, y necesita al menos 6 horas de luz solar directa al día para su crecimiento óptimo". Además, un suministro regular de agua es esencial para prevenir problemas de estrés hídrico y promover un crecimiento vigoroso de las plantas (Gómez y Peralta, 2018).

A medida que las plantas de lechuga crespa continúan su crecimiento, es importante proporcionarles nutrientes adecuados para satisfacer sus necesidades de desarrollo. Según Jaramillo y Tafur (2019), "la incorporación de materia orgánica al suelo puede mejorar la disponibilidad de nutrientes y promover un crecimiento saludable de las plantas". Además, la fertilización regular con un fertilizante equilibrado puede mantener un suministro adecuado de nutrientes, como nitrógeno, fósforo y potasio, durante todo el ciclo de crecimiento de la lechuga crespa.

Figura 3 Huerta Escolar de Usme. Foto tomada por Diego Gómez



7. 1. 2 seguimiento del crecimiento de la Lechuga cresa – *Lactuca sativa* con la aplicación de biofertilizantes y sin biofertilizantes

El seguimiento del crecimiento de la lechuga cresa – *Lactuca sativa* en una huerta escolar con y sin la aplicación de biofertilizantes se llevará a cabo mediante un diseño experimental adaptado para el entorno educativo, permitiendo comparar los efectos de estos insumos en el desarrollo de las plantas.

En colaboración con docentes y estudiantes, se formarán dos grupos de plantas de lechuga cresa en la huerta escolar: uno que recibirá la aplicación de biofertilizantes y otro que servirá como control y no recibirá biofertilizantes. Se asignarán parcelas dedicadas a cada grupo, asegurando que las condiciones ambientales sean uniformes para ambos tratamientos. Según García et al. (2020), "el diseño experimental es crucial para evaluar los efectos de diferentes tratamientos en el crecimiento de las plantas". En este estudio, se formarán dos grupos de plantas de lechuga cresa: uno que recibirá la aplicación de biofertilizantes y otro que servirá como control y no recibirá biofertilizantes.

Se seleccionarán biofertilizantes orgánicos comerciales y abonos preparados localmente, considerando su disponibilidad y seguridad para su uso en un entorno escolar. Los biofertilizantes se aplicarán siguiendo las recomendaciones del fabricante y con la supervisión adecuada de los profesores responsables del proyecto. Según Jaramillo y Tafur (2019), "la selección adecuada y la dosificación apropiada de los biofertilizantes son aspectos importantes para garantizar su efectividad en el cultivo de las plantas".

Se establecerán parámetros de crecimiento, incluyendo la altura de las plantas, número de hojas, y desarrollo radicular. Estos parámetros se medirán periódicamente a lo largo del ciclo de crecimiento de las plantas, fomentando la participación activa de los estudiantes en la recolección de datos. Según López et al. (2021), "el seguimiento periódico de estos parámetros permite evaluar el impacto de los tratamientos en el crecimiento y desarrollo de las plantas a lo largo del tiempo".

Después de recopilar los datos de crecimiento, se realizará un análisis estadístico para evaluar cualquier diferencia significativa entre los grupos de tratamiento. Se utilizarán pruebas estadísticas apropiadas para determinar si las diferencias observadas son estadísticamente significativas.

7. 2 Comparación experimental

Después de completar el diseño experimental, se lleva a cabo un análisis de los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos de las plantas sometidas tanto a biofertilizante en comparación a las que no se les aplicó biofertilizante a lo largo de todo su crecimiento. Además, se registrará valores del peso fresco total de cada planta, un dato crucial para evaluar la absorción de nutrientes. En este análisis es comprender y abordar las ventajas y desventajas asociadas con la

aplicación biofertilizantes. En última instancia, esto contribuye a la construcción de conclusiones enriqueciendo la comprensión de los procesos biológicos y las prácticas relacionadas.

7.3 Elaboración del manual

El diseño de un manual práctico didáctico implica establecer objetivos claros, organizar el contenido de manera estructurada, incluir actividades relevantes, crear un diseño visual atractivo y proporcionar instrucciones precisas. Un manual bien diseñado puede ser una herramienta valiosa para facilitar el aprendizaje y la enseñanza en diversos contextos educativos. Caracterizándose por su enfoque práctico y su estructura organizada. Comienzan con una introducción que establece los objetivos y el contexto del manual, seguida de secciones que presentan los conceptos clave y ofrecen instrucciones paso a paso para llevar a cabo las actividades. Además, pueden incluir ejemplos ilustrativos, ejercicios prácticos, hojas de trabajo a diferentes entornos o niveles de aprendizaje.

De esta manera diseño de un manual práctico didáctico es un proceso que busca crear una herramienta educativa efectiva y accesible. Aquí se presenta una descripción general del diseño de un manual práctico didáctico, teniendo en cuenta sus principales componentes:

- **Objetivos y población:** Es importante definir claramente los objetivos del manual y a quién está dirigido. Esto ayudará a determinar el enfoque, el nivel de complejidad y los temas a tratar.

- Estructura y organización: El manual debe estar estructurado de manera lógica y ordenada. Se pueden dividir los contenidos en secciones o capítulos, y utilizar encabezados, subtítulos y numeración para facilitar la navegación y la comprensión.
- Diseño visual: El diseño visual del manual es importante para facilitar la lectura y la comprensión. Se pueden utilizar colores, fuentes legibles, gráficos, ilustraciones y diagramas para resaltar la información clave y hacerla más atractiva.
- Instrucciones claras: Es fundamental que las instrucciones y los pasos a seguir en las actividades o ejercicios estén redactados de manera clara y precisa. Se pueden utilizar listas numeradas o viñetas para indicar los pasos y evitar confusiones.
- Recursos adicionales: Si es relevante, se pueden incluir enlaces a recursos adicionales, como sitios web, videos o materiales complementarios, para ampliar la información y enriquecer el aprendizaje.
- Revisión y validación: Antes de finalizar el diseño del manual, es recomendable realizar una revisión exhaustiva para corregir errores gramaticales, ortográficos o de contenido. También se puede considerar la opinión de expertos o usuarios para obtener retroalimentación y realizar mejoras.

7.4 Validación

La validación del Manual Práctico Didáctico se realizará con la población de estudiantes de 3° de primaria del Colegio Francisco Antonio Zea de Usme sede B, a través de la implementación de un cuestionario donde se adaptarán las preguntas según el contenido y los objetivos del manual práctico didáctico, utilizando un lenguaje claro y simple para que los niños puedan comprenderlas fácilmente. Además, se considera añadir opciones de respuestas visualmente atractivas, para que los estudiantes expresen de manera más profunda sus opiniones.

8. Análisis y resultados

8.1 Cultivo de planta de Lechuga crespa - *Lactuca sativa* con el microhongo *Trichoderma harzianum*

Se seleccionaron 21 plántulas de Lechuga crespa - *Lactuca sativa* para realizar el correspondiente seguimiento, en relación a el crecimiento vertical y horizontal de las hojas, el tamaño del tallo y número de hojas, seleccionándose 10 plántulas las cuales no se les iba añadir ningún compuesto siendo estas el grupo control en la huerta, en cambio a las 11 plántulas faltantes se les añadió un tratamiento con el biofertilizante del microhongo *Trichoderma harzianum*, este se preparó de forma líquida (10g del biofertilizante disueltos en 1L de agua), usando de esta manera 25g de biofertilizante en 2.5 litros de agua. en el grupo control se usaron plántulas con una semejanza morfológica para evitar una variación significativa en los datos.

8.2 Cultivo de las plántulas de Lechuga crespa - *Lactuca sativa*

En la huerta escolar se añadieron nutrientes al suelo esparciendo restos de una paca Biodigestora preparada con desechos orgánicos que estaba tomando mal olor en el patio del

colegio por lo tanto se iba a desechar por parte del colegio, utilizando el material de las pacas se busca tener un suelo más fértil al momento de cultivar ya que su contribución de nutrientes al suelo por parte de las pacas biodigestoras de Silva, G. (2012) es significativa y diversa, conteniendo una amplia gama de nutrientes, incluyendo nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes como hierro, zinc y manganeso. Posterior a esto, durante 3 semanas el suelo de la huerta escolar se estuvo labrando y revolviendo 3 veces por semana, buscando dispersar los restos de la paca biodigestora por toda la huerta como se muestra en la Figura 4.

Figura 4 Suelo de la Huerta Escolar Mezclado con el Contenido de las Pacas Biodigestoras Durante Tres Semanas. Foto tomada por Diego Gómez



Se obtuvieron las plántulas de lechuga cresa - *Lactuca sativa* (Figura 2) de la ULATA (Unidad Local de Atención Técnica y Agropecuaria) Alcaldía Local de Usme, las cuales ya tenían tres semanas de haber germinado de la semilla, teniendo una longitud desde la raíz hasta la plántula de entre 5 a 8 cm, y con un total de 21 plántulas de Lechuga cresa.

Figura 5 Evidencia las Plántulas de Lechuga Cropa - Lactuca sativa dadas por la Alcaldía Local de Usme. Foto tomada por Diego Gómez



Al momento de cultivar las plántulas de lechuga cropa en la huerta escolar, en el suelo de esta se usan palas y picos para labrarla y revolverla por última vez con los estudiantes, regándola con abundante agua y preparando el suelo de forma adecuada para así empezar a construir los surcos y canales, haciendo un pequeño hueco de 3 a 6 cm profundidad y con 20 cm de distancia entre cada hueco ubicados encima de los surcos y en ese lugar plantar las 21 plántulas de la Lechuga cropa.

Figura 6 Creación de Surcos y Canales en la Huerta Escolar y Plantación de Lechuga Cropa. Foto tomada por Diego Gómez



Después de una semana de que las plántulas se plantaran en la huerta escolar, se eligen las plantas que serán el grupo control y las que se les aplicara el biofertilizante, de esta manera se opta que para las 10 primeras plantas que tenían mayor exposición a la luz, y que visualmente se veían mejor iban a ser el grupo control, y al grupo que se le iba aplicar el biofertilizante son las 11 plantas que estaban más cerca de la pared, además que tenían mayor sombra por parte de un árbol al lado de la huerta y las paredes del patio del colegio. Las condiciones elegidas para el grupo control fueron las favorables para que este cultivo creciera de manera adecuada y así poderse usar de comparación con el grupo que se le aplico el biofertilizante el cual tenía mayor exposición a la sombra.

En la plantación de las plántulas de lechuga crespa - *Lactuca sativa*, se opta por la aplicación del biofertilizante una semana después de su plantación en la huerta ya que se esperó un tiempo para que las plantas se adaptaran al suelo, y así realizar la posterior siembra del microhongo preparándose este de manera líquida con 25g del biofertilizante con el microhongo *Trichoderma harzianum* en 2.5 litros de agua, para luego revolver la muestra hasta quede homogénea para su posterior aplicación en el grupo con el biofertilizante de cultivo de lechuga crespa, luego con los estudiantes del grado tercero de primaria se aplicó el biofertilizante ya preparado las 11 plántulas de lechuga escogidas para la muestra experimental.

Figura 7 Preparación del Biofertilizante y Aplicación a 11 Plántulas de Lechuga Crespa en la Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez



Se sistematizó la información desde Word y Excel donde se realiza una comparación experimental de los resultados obtenidos entre el cultivo del grupo control con el grupo que se le aplicó el biofertilizante, en esta comparación de estos dos grupos se analiza en cada planta el número de hojas, el largo de hojas, el ancho de las hojas y el tamaño del tallo tomándose estas medidas en centímetros y por último fotografías de cada semana

8.2.1 Numero de hojas

El conteo del número de hojas de las plantas de estudio se realizó desde la semana 5, una semana después de aplicar el biofertilizante en la huerta escolar. Para ello se realizaron tablas de datos donde se sacó un promedio por el grupo control y otro sobre el grupo que se le aplicó el biofertilizante en cada semana, luego de sacar estos promedios se utilizaron para construir las gráficas que permiten comparar y analizar por tratamiento.

Tabla 1 Datos Promedio del Número de Hojas por Cada Semana del Grupo Control vs el Grupo con el Biofertilizante.

Etiquetas de fila	Numero de hojas grupo control	Numero de hojas con Biofertilizante
Semana 1	5	4,18
Semana 2	7,3	6,36
Semana 3	8,2	7,54
Semana 4	9,4	8,54
Semana 5	10,6	10,54
Total, general	40,5	37,16

Figura 8 Comparación de Promedios por Semana del Número de Hojas Entre el Grupo Control con el Grupo que se le Aplico el Biofertilizante. Gráfico elaborado por Diego Gómez

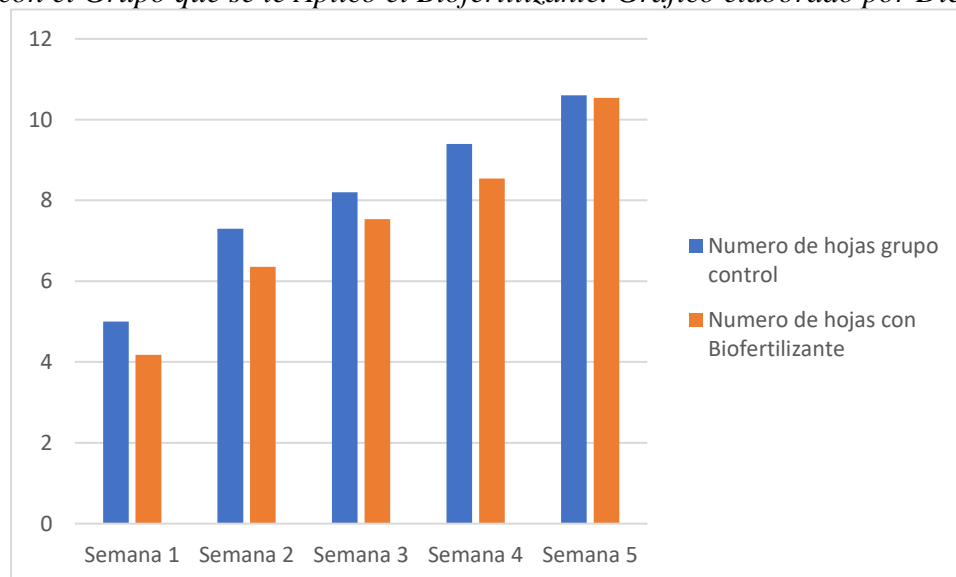


Figura 9 Primera Semana Después de la Aplicación de Biofertilizante en la Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez.



En los resultados obtenidos sobre crecimiento de número de hojas obtenidos en la semana 1 a la semana 4 se logra notar un gran efecto en las condiciones donde han sido cultivado el grupo control en comparación al grupo con Biofertilizante, teniendo el grupo control mayor exposición a la luz durante el día permitiendo así un mayor crecimiento de numero de hojas en comparación con el grupo que se le aplico el biofertilizante el cual tenía entre 6 a 7 horas de exposición a la luz durante el día y como señala López (2021) la lechuga cresa necesita de aproximadamente 6 horas de luz directa al día para un crecimiento optimo.

Para la semana número 5 se logra notar el efecto del biofertilizante en el crecimiento de las hojas en las plantas de lechuga, a pesar de que este grupo estuviera más expuesto a la sombra, para

esta semana se logran obtener un promedio muy similar al del grupo control, notando así una que la dosificación adecuada del biofertilizante como también tener las condiciones óptimas para este, se puede evidenciar un efecto eficaz del biofertilizante en los cultivos después de un mes de ser aplicado.

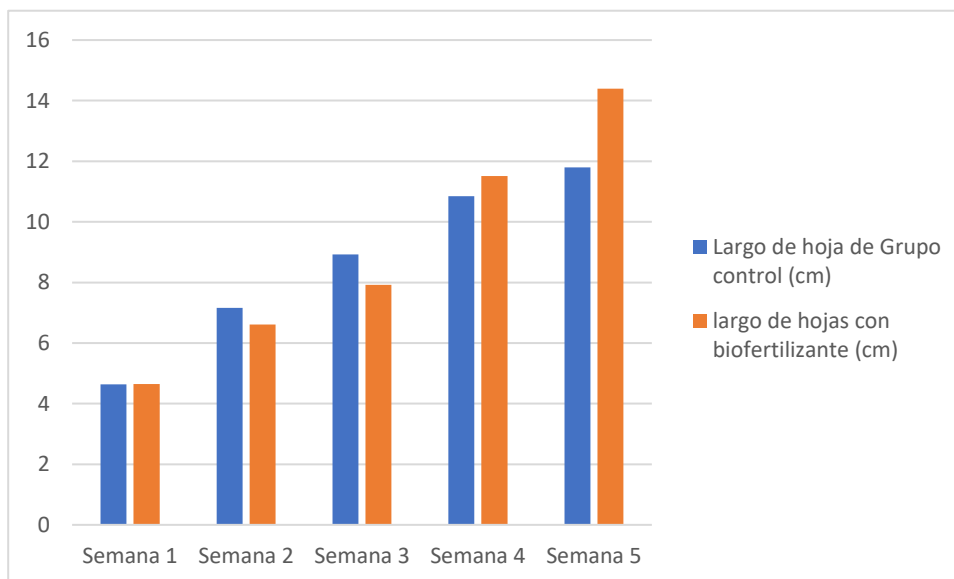
8.2.2 Comparación del largo de hojas

En la medición del largo de la planta se tomó en centímetros con un flexómetro y se hizo desde el cuello de la planta siendo esta la parte terminal del tallo e inicio de la raíz pasando por la base de la hoja hasta el extremo de su ápice, y para esto se realizó tabla de datos de los promedios de cada semana durante el crecimiento de la Lechuga cresa tanto del grupo control como del grupo que fue aplicado el biofertilizante, tomando los promedios de estos grupos para la elaboración de graficas que permitan comparar y analizar el experimento.

Tabla 2 Datos Promedio del Largo de Hojas por Cada Semana del Grupo Control vs el Grupo con el Biofertilizante.

Etiquetas de fila	Largo de hoja de Grupo control (cm)	largo de hojas con biofertilizante (cm)
Semana 1	4,64	4,65
Semana 2	7,16	6,61
Semana 3	8,92	7,92
Semana 4	10,85	11,51
Semana 5	11,8	14,4
Total general	43,37	45,09

Figura 10 Comparación de Promedios por Semana del Largo de Hojas Entre el Grupo Control con el Grupo que se le Aplico el Biofertilizante. Gráfico elaborado por Diego Gómez



Los resultados obtenidos en el largo de hoja de las muestras se logran notar que en la semana 1 el grupo control tiene un promedio de 4,64 y el grupo con el biofertilizante tienen un promedio de 4,65 teniendo estos promedios casi iguales, pero siendo más alto el del biofertilizante, siendo un factor importante en el experimento el riego constante en la huerta, evitando así un estrés hídrico en las plántulas y favoreciendo su crecimiento y desarrollo.

En la semana 2 y 3 se evidencia un mayor tamaño en el largo de las hojas del grupo control en comparación con el grupo con biofertilizante ya que estas presentan mayor exposición a la luz, y así mismo menciona Taiz y Zeiger (2010), que la luz es esencial para el proceso de fotosíntesis en las hojas de la lechuga, donde se produce la mayor parte de su crecimiento. La energía lumínica permite que la planta convierta el dióxido de carbono y el agua en carbohidratos, proporcionando los nutrientes necesarios para su desarrollo.

Para la semana 4 y 5 se observa que el grupo con el biofertilizante aumenta y pasa los datos de promedios del grupo control, mostrando así un mayor suministro de nutrientes proporcionado por el biofertilizante como su uso de reservas de nitrógeno, fosforo y potasio durante el ciclo de crecimiento de la Lechuga crespa (*Lactuca sativa*) como menciona Jaramillo y Tafur (2019), agregar materia orgánica al suelo tiene el potencial de aumentar la disponibilidad de nutrientes y estimular un desarrollo vigoroso en las plantas.

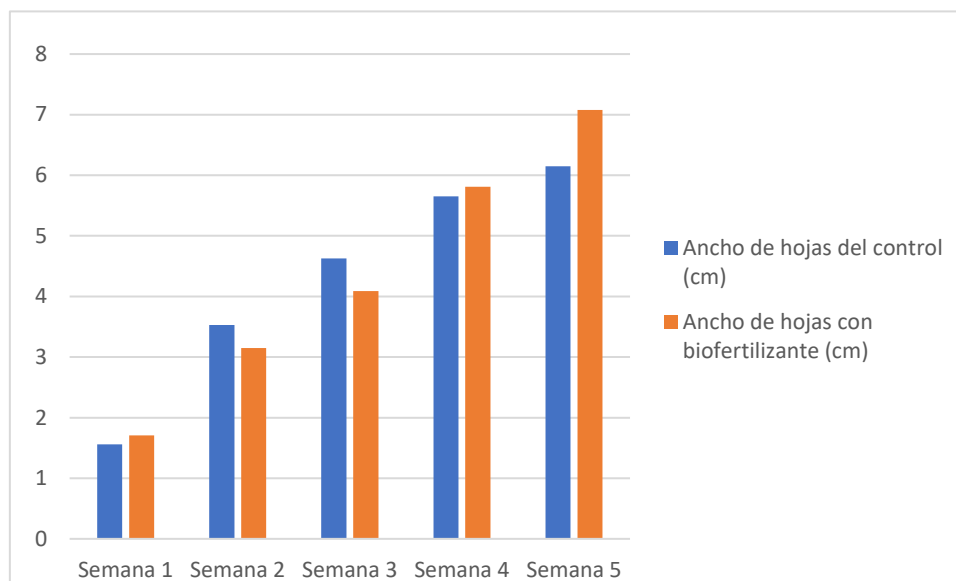
8.2.3 Comparación Ancho de hojas

En la medida para el ancho de las hojas de las plantas de Lechuga crespa se realizó con un flexómetro tomando de referencia el margen de un lado de la hoja, y se midió en centímetros hasta el otro borde de la hoja. Para ello se realizaron tablas de datos con los promedios de cada semana del grupo control en comparación con el grupo que se le aplicó el biofertilizante, luego de esto se tomaron los promedios de ambos grupos experimentales y se elabora un gráfico donde se compare y analice estos datos obtenidos.

Tabla 3 Datos Promedio del Ancho de Hojas por Cada Semana del Grupo Control vs el Grupo con el Biofertilizante

Etiquetas de fila	Ancho de hojas del control (cm)	Ancho de hojas con biofertilizante (cm)
Semana 1	1,56	1,71
Semana 2	3,53	3,15
Semana 3	4,63	4,09
Semana 4	5,65	5,81
Semana 5	6,15	7,08
Total general	21,52	21,84

Figura 11 Comparación de Promedios por Semana del Ancho de Hojas Entre el Grupo Control con el Grupo que se le Aplico el Biofertilizante. Gráfico elaborado por Diego Gómez



En la semana 1 se logra observar que en el ancho de hojas el grupo con biofertilizante tienen un mayor promedio a comparación con el grupo control, evidenciando así que en esta primera semana hay un acoplamiento óptimo de las plántulas con el suelo y los nutrientes que hay en este.

Para la semana 2 y 3 se observa un aumento en los resultados de los promedios del grupo control que sobrepasan los datos del grupo con biofertilizante, y esto se da, debido a las condiciones en donde esta plantada las muestras del grupo control, teniendo estas mayor exposición a la luz en cambio al grupo con biofertilizante el cual esta con mayor exposición a la sombra pero que tiene la luz óptima para su crecimiento y desarrollo tomando en cuenta lo dicho por López (2021) sobre las condiciones necesarias como exposición a la luz mínimo 5 horas, un riego constante entre otras para el crecimiento de la lechuga Cropa.

La semana 4 y 5 se nota el funcionamiento del biofertilizante, el cual después de varias semanas de crecimiento de la planta, se presenta una mejora en la absorción de nutrientes y el estímulo al desarrollo radicular, facilitados por la aplicación del biofertilizante líquido con *Trichoderma harzianum*, resultando en un crecimiento más vigoroso y una mayor resistencia al estrés ambiental referenciando a Harman & Uphoff (2019) mencionando que una formulación de biofertilizante líquido que contiene *Trichoderma harzianum*, destinada a mejorar el rendimiento de las plantas con el objetivo de mejorar la salud y el crecimiento de las plantas.

Figura 12 Cuarta Semana Después de la Aplicación de Biofertilizante en la Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez



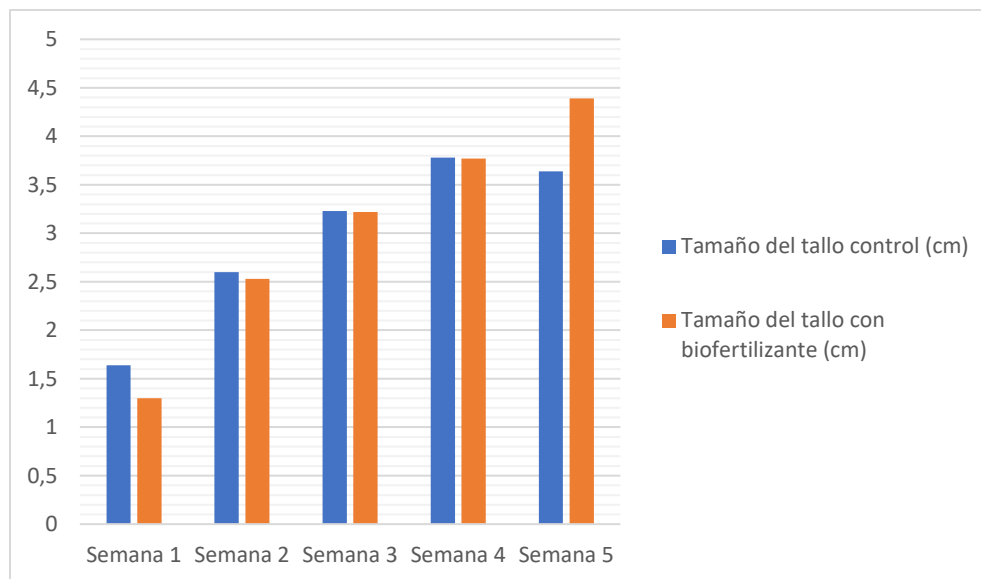
8.2.4 Tamaño del Tallo

En la medición del tamaño del tallo de la planta se hizo con un metro tomando en centímetros el área del cuello de la planta siendo esta la parte terminal del tallo e inicio de la raíz. Para esto se realizó tabla de datos de los promedios de cada semana durante el crecimiento de la Lechuga cressa tanto del grupo control como del grupo que fue aplicado el biofertilizante, tomando los promedios de estos grupos para la elaboración de graficas que permitan comparar y analizar el experimento.

Tabla 4 Datos Promedio del Tamaño del Tallo por Cada Semana del Grupo Control vs el Grupo con el Biofertilizante

Etiquetas de fila	Tamaño del tallo control (cm)	Tamaño del tallo con biofertilizante (cm)
Semana 1	1,64	1,3
Semana 2	2,6	2,53
Semana 3	3,23	3,22
Semana 4	3,78	3,77
Semana 5	3,64	4,39
Total general	14,89	15,21

Figura 13 Comparación de Promedios por Semana del Tamaño del Tallo Entre el Grupo Control con el Grupo que se le Aplico el Biofertilizante. Gráfico elaborado por Diego Gómez



En la semana 1 y 2 el grupo control presento mayor crecimiento en el tallo, ya que esta muestra una mayor exposición a la luz, siendo esto un factor clave para la absorción y síntesis de nutrientes de la planta en comparación a el grupo con el biofertilizante, que muestra un óptimo crecimiento en su tallo, pero inferior al del grupo control.

En cuanto a las semanas 3 y 4 también se muestra que el grupo control tiene un promedio más alto en cuanto al crecimiento del tallo pero este no sobrepasa por mucho los datos del grupo control, por lo contrario son datos muy similares y esto es debido a la cantidad de nutrientes en el suelo y al efecto activo del biofertilizante el cual empieza su funcionamiento una semanas después de ser inoculado en la muestra, proporcionarles nutrientes adecuados para satisfacer sus necesidades de desarrollo a la planta según Jaramillo y Tafur (2019), estos microorganismos beneficiosos interactúan con las raíces de las plantas, formando asociaciones simbióticas que mejoran la absorción de nutrientes, como el nitrógeno, el fósforo y el potasio. Además, algunos biofertilizantes líquidos, especialmente aquellos que contienen *Trichoderma harzianum*, pueden

secretar enzimas que descomponen la materia orgánica en el suelo, liberando nutrientes adicionales para las plantas.

Figura 14 Quinta Semana Después de la Aplicación de Biofertilizante en la Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez



La semana 5 se evidencia que el grupo control baja su promedio en el crecimiento del tallo, debido a que una planta de lechuga murió por la falta de nutrientes en la huerta, perdiendo esta fuerza en su crecimiento y marchitándose al cabo de las semanas, a lo contrario que paso con el grupo con el biofertilizante, creciendo el tallo de esta de una manera seguida, y aumentado su promedio al cabo del tiempo, mostrando una mayor resistencia ambiental, y una mejora en la absorción de nutrientes.

Figura 15 Quinta Semana Después de la Aplicación de Biofertilizante en la Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez



8.3 Fase pedagógica - interacción de los estudiantes con la huerta

En esta apartado se tienen en cuenta el segundo objetivo específico de este Trabajo de Grado el cual se propone elaborar un Manual Práctico Didáctico sobre la interacción del biofertilizante con el Microhongo *Trichoderma harzianum* en cultivos de Lechuga crespa - *Lactuca sativa* con el fin de implementarlo con los estudiantes de tercer grado de una institución en Usme, por lo tanto se da la creación de un manual titulado: ***Manual práctico sobre la aplicación de biofertilizantes en una Huerta escolar***, el cual está consolidado por experiencias con los estudiantes en clase donde se ha visto la importancia del suelo y sus nutrientes, la preparación y aplicación del biofertilizante como también actividades practicas donde se prepara el suelo para su posterior plantación, y en consiguiente la plantación y aplicación del biofertilizante como también

el cuidado de la huerta escolar. Además, se propone un apartado metodológico para la realización de este experimento donde los estudiantes puedan tomar los datos de crecimiento de las plantas con biofertilizante y si él, cultivadas en la huerta. Por último, se propone un cuestionario adaptado con emojis o caras llamativas en la escala de evaluación donde los estudiantes validan la eficacia y el contenido presente del manual, a partir de las experiencias obtenidas en esta práctica.

8.3.1 Actividades de Contextualización

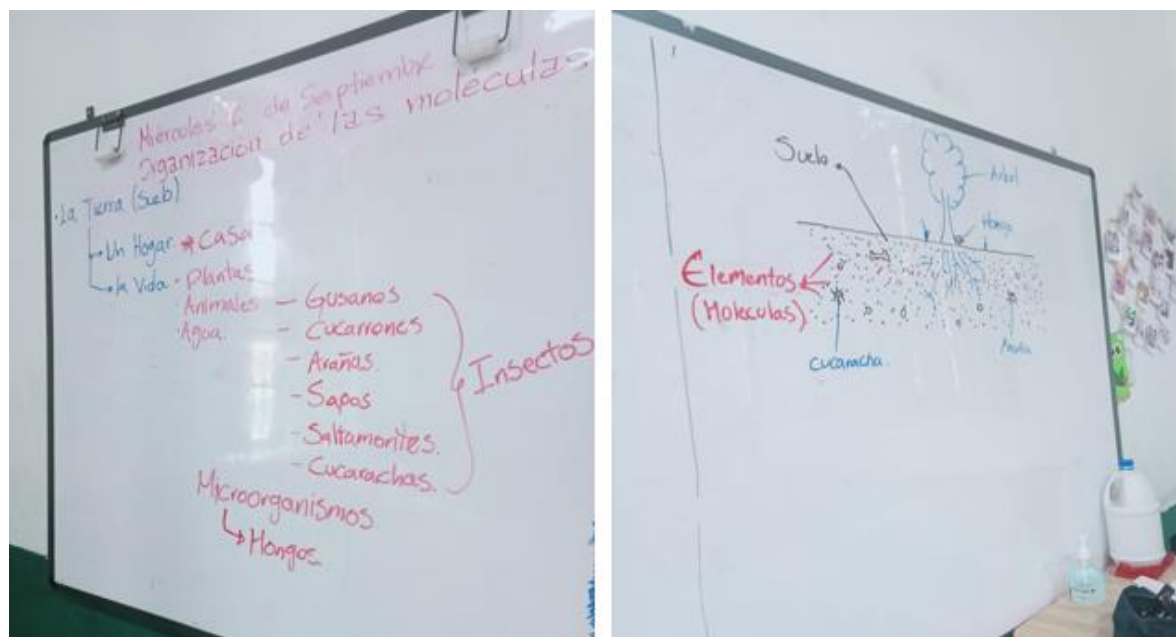
Se realizaron actividades introductorias con los estudiantes donde se relacionaban temas como la importancia del suelo, los biofertilizantes con microhongos en especial el *Trichoderma harzianum* en cultivos de Lechuga cresa - *Lactuca sativa* realizando una explicación de cómo hacer la preparación del biofertilizante con el microhongo además se presentó un par de videos tomados de YouTube con el fin de que los estudiantes tuvieran un mayor acercamiento a como se observa el hongo en cultivos más controlados y en laboratorios científicos para su posterior preparación a biofertilizante, y por último se llevaron actividades en la huerta escolar sobre el labrado del suelo, la plantación de Lechuga cresa y la aplicación del biofertilizante con el *T. harzianum*. relacionando esta serie de actividades con una metodología ambiental trabajando desde la huerta escolar, como un escenario vivo donde su enfoque se centra en el análisis y comprensión de los aspectos relacionados con el medio ambiente y los impactos humanos en él.

En la primera actividad realizada con los estudiantes de tercer grado consistió en conocer los saberes previos de los estudiantes sobre el suelo y la importancia de este en el cultivo, de esta manera se preguntó ¿Qué es el suelo? Para conocer lo que pensaban o que acercamiento había tenían sobre este concepto siguiendo el método Fenomenológico hermenéutico ya que, según Fuster, D. (2019) nos menciona que este método implica analizar y comprender a fondo las

experiencias vividas, destacando su significado y relevancia en los ámbitos de la pedagogía, la psicología y la sociología, basándose en la información recopilada durante el proceso.

Posteriormente se preguntó sobre el Suelo, los estudiantes participaron de manera muy activa mencionando palabras clave donde referenciaban este concepto a un Hogar, o a la vida que allí se albergaba. Y de acuerdo a lo anterior después de que los estudiantes participaran, se procedió a explicar el concepto del suelo, reuniendo los datos que ellos mencionaron, como también tomando lo mencionado por Brady, N. C.et, al. (2019), el suelo está constituido por minerales, materia orgánica, agua, aire y vida microscópica, representa la capa superior de la superficie terrestre. Es esencial para el desarrollo de las plantas, ya que les ofrece no solo el sustento físico necesario para su crecimiento, sino también los nutrientes, la hidratación y la oxigenación cruciales para su salud y desarrollo óptimos. Su relevancia en la agricultura y la horticultura reside en su capacidad para proporcionar el entorno ideal para que las plantas prosperen y se cultiven de manera efectiva, y realizando así un esquema en el tablero, donde se colocaron los elementos anteriormente mencionados que contiene el suelo, y así puedan entender mejor las actividades, que se harán en la huerta escolar.

Figura 16 Actividad de Contextualización de Conceptos Sobre el Suelo. Foto tomada por Diego Gómez

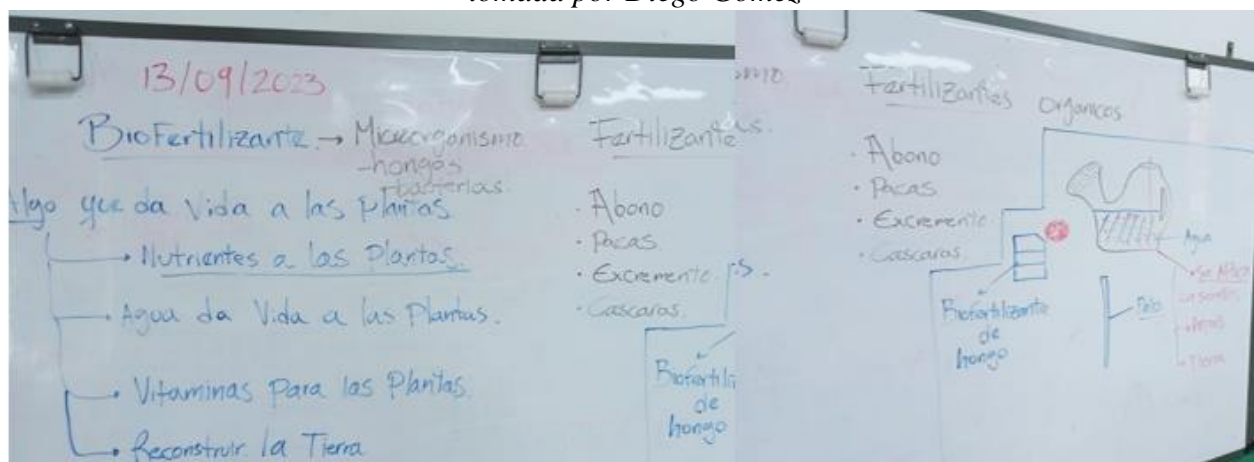


En la actividad sobre los biofertilizantes y su preparación se realizó de forma participativa con los estudiantes, donde se presentó el concepto a los estudiantes escribiéndolo en el tablero, y de esta misma manera ellos empezaron a participar sobre lo que entendían de este, o los acercamientos que han tenido sobre el mismo que según Fuster, D. (2019) esta metodología fenomenológica hermenéutica toma en cuenta las experiencias y significados de los estudiantes en un ámbito pedagógico.

De esta manera, los estudiantes relacionaban el biofertilizante con vitaminas o nutrientes que daba vida a las plantas, pero también confundían este concepto con abonos orgánicos como pacas biodigestoras, abono de cascaras o excremento, aclarando que este concepto según Subba Rao, N. S. (2013) Un biofertilizante es una sustancia que contiene microorganismos vivos como Microhongos o bacterias que al aplicarse a las semillas, raíces o suelo, estos microorganismos colonizan la rizosfera o el interior de la planta, estimulando el crecimiento vegetal al mejorar la

disponibilidad de nutrientes mediante procesos como la solubilización, fijación y movilización de estos en el suelo. Después de esta primera parte de la clase, se procedió a explicar con un esquema el biofertilizante a usar en la huerta escolar siendo el microhongo *Trichoderma harzianum* el cual produce hormonas de crecimiento vegetal, y su preparación de forma líquida para su posterior aplicación en las plántulas de Lechuga crespa en la huerta escolar.

Figura 17. Actividad de Contextualización de Conceptos Sobre Biofertilizantes. Foto tomada por Diego Gómez



En las actividades realizadas de manera practica en la huerta, se labro y se revolvió el suelo de la huerta con los estudiantes, añadiendo nutrientes como cascara de arroz, también revolvió en el mismo una paca biodigestora preparada con desechos orgánicos que se iba a desechar por parte del colegio ya que estaba tomando mal olor en la institución, todo esto para preparar el suelo y que tuviera los nutrientes necesarios para que el cultivo de Lechuga crespa creciera de forma óptima, en esta actividad se usaron palas y picos con los estudiantes para retirar la maleza que había crecido en la huerta y para revolver y labrar la misma.

Figura 18 Actividad de Contextualización de Conceptos Sobre Biofertilizantes. Foto tomada por Diego Gómez



En los videos usados para la clase de contextualización sobre el biofertilizante con *Trichoderma harzianum* se mostraron un par de videos cortos donde se presentó como funcionaba diversos biofertilizantes en los cultivos hortícolas, siendo el primer video tomado por Agrotendencia. (2023) teniendo este una explicación de que los biofertilizantes están compuestos por microorganismos como microhongos o bacterias, explicando cómo es la forma de aplicación de estos, siendo la aplicación por semillas, desde el riego o en las hojas entre otras formas en la que se inocula estos biofertilizantes, relacionándose este video con el biofertilizante del *Trichoderma harzianum* y la forma líquida en la que se aplica este en la huerta escolar teniendo este video una duración de 2 min. El segundo video se tomó del Grupo Bioceres. (2021) y en este video se presentó como es la preparación de biofertilizantes con bacterias y microhongos, como también se muestra cómo se inocula este en algunos cereales para posterior producción siendo esta

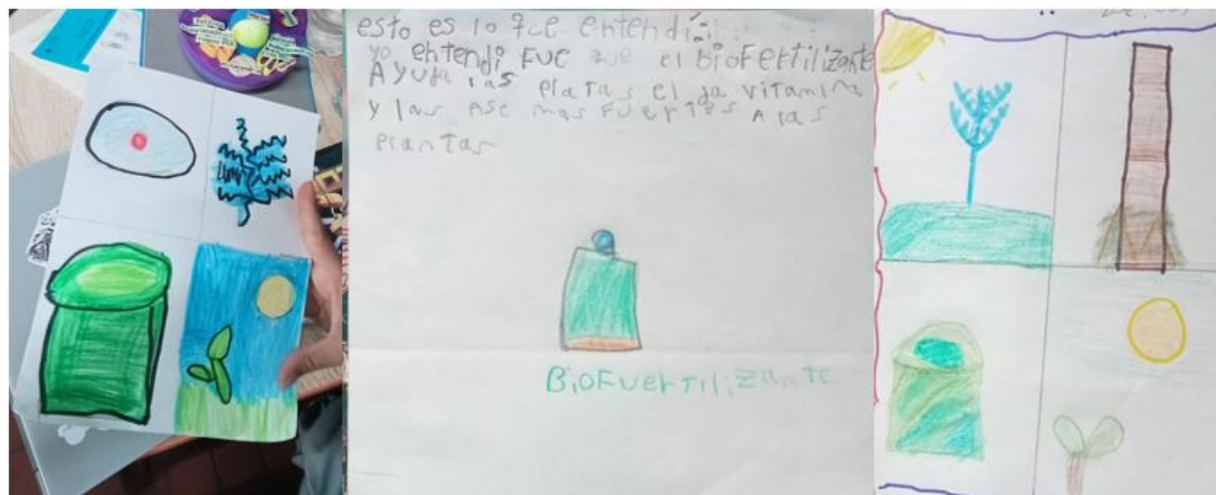
la forma en la se tiene el biofertilizante con *Trichoderma harzianum* el cual, al momento de plantar las plántulas de lechuga, se preparará de forma líquida para su posterior aplicación.

Figura 19 Actividad de Presentación de Videos Sobre Biofertilizantes. Foto tomada por Diego Gómez



Además de presentar los videos sobre los biofertilizantes a los estudiantes, se realizó una actividad donde se les pide que dibujen los aspectos más importantes que ellos conciban sobre los biofertilizantes en especial el del *Trichoderma harzianum* con el fin de conocer como se ha trasformado la idea de los biofertilizantes siendo estos productos que contienen microorganismos y sus diferentes funciones en los cultivos, elaborado por medio de las actividades en clase y con la huerta escolar.

Figura 20 Dibujo de los Estudiantes Sobre los Biofertilizantes. Foto tomada por Diego Gómez



En los dibujos realizado por los estudiantes sobre los biofertilizantes, se tuvieron relaciones con los videos presentados y explicaciones dadas en clase, mostrando dibujos donde se presenta el microhongo cultivado en una caja de Petri, para posteriormente ser producido en masa como biofertilizante, y también las ventajas y crecimientos que este le produce a las plantas después de ser aplicado. Además, hubo estudiantes que al contrario de dibujar lo que entendía por este concepto, procedieron a escribir lo que interpretaron por biofertilizante siendo el caso de S.V (Figura 20) que escribió “Que el biofertilizante ayuda a las plantas el da vitaminas y las ase más fuertes a las plantas” notando de esta manera un aprendizaje sobre el contenido y función de los biofertilizantes en los cultivos, y de esta manera dando cuenta de la influencia e interacción que los estudiantes observan sobre el biofertilizante en la huerta.

8.3.2 Diseño de Manual práctico sobre la aplicación de biofertilizantes en una Huerta escolar

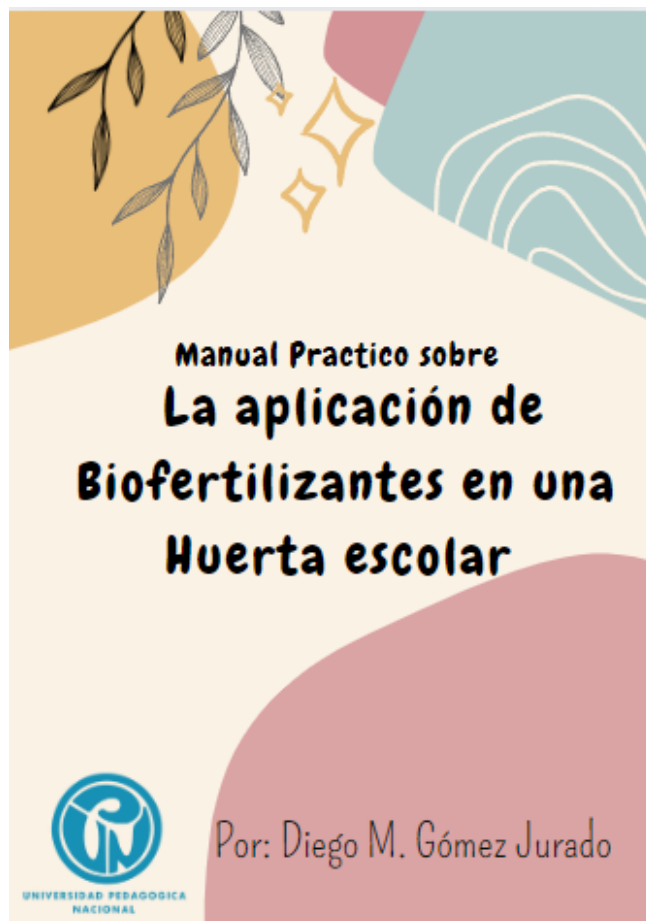
Ver el manual en el siguiente link:

https://www.canva.com/design/DAGH1NxCKAU/BkQh_Qk97sawTf-

g8TS08Q/edit?utm_content=DAGH1NxCKAU&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Basándose en los conocimientos de los autores mencionados en el marco teórico de este documento, se creó un Manual que refleja lo que han realizado los estudiantes en la huerta escolar y las formas en que aprendieron durante este trabajo de grado. En lugar de crear este manual de forma convencional, se eligió un diseño interactivo y fácil de entender, especialmente pensado para niños de primaria. Para hacerlo, se usaron imágenes y tablas que se realizaron para tomar resultado del crecimiento de la lechuga durante sus experimentos, construyéndose diagramas simples que muestran cómo se hacen la aplicación del biofertilizante y la toma de datos en la lechuga cresa. para la construcción de este manual se usó una herramienta en línea llamada Canva para hacerlo (ver Figura 21).

Figura 21 Manual Práctico Sobre la Aplicación de Biofertilizantes en una Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez



Este manual está diseñado para ser trabajado en una población de tercer grado de primaria donde se manejen temas que han trabajado en la institución respecto a la huerta escolar y a los microhongos que han trabajado en la clase de ciencias, mostrando así una interdisciplinariedad de conocimientos biológicos con la vida real que contribuyan a la formación de estudiantes con alternativas científicas a problemas en su día a día. siendo el primer aparatado del manual sobre una introducción donde se plantean los conceptos claves de forma de cuento, para mostrar los temas a trabajar Respecto al biofertilizante con el *Trichoderma harzianum* en la huerta escolar con los estudiantes de una forma dinámica e interesante a ellos (Ver Figura 22).

Figura 22 Primer Apartado del Manual Práctico Sobre la Aplicación de Biofertilizantes en una Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez



En el segundo apartado se realiza la justificación donde se dan las razones por las que es importante los biofertilizantes y como contribuyen al crecimiento y producción de nuestros alimentos, además de mencionar las razones por las cuales es pertinente usar biofertilizantes en huertas escolares, y por último cabe mencionar que este tipo de prácticas brindan opciones metodológicas y experimentales para usar en diferentes niveles académicos (ver Figura 22).

Figura 23 Segundo Apartado del Manual Práctico Sobre la Aplicación de Biofertilizantes en una Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez



En el tercer apartado del manual se presentan conceptos teóricos esenciales para la comprensión de otros apartados del manual, siendo importante que los estudiantes conozcan estas temáticas que se van a trabajar de manera práctica en la Huerta escolar, por lo tanto, se manejaron conceptos clave como: Fertilizantes, Fertilizantes químicos, Biofertilizantes, Abonos orgánicos y Microhongo. Siendo estos elementos clave para la realización de prácticas que se plantean en los siguientes apartados. (Ver Figura 23)

Figura 24 Tercer Apartado del Manual Práctico Sobre la Aplicación de Biofertilizantes en una Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez




En el cuarto apartado se presenta la metodología del presente trabajo en el manual, para esto se determinó una ruta metodológica que establezca los procesos necesarios para realizar la aplicación del biofertilizante con el *Trichoderma harzianum* en el cultivo de lechuga crespa en la huerta escolar, para esto se describen las fases, técnicas e instrumentos que usaran en la parte experimental de esta investigación. teniendo en cuenta lo anterior, se propone 4 fases: Fase 1: Preparación del suelo de la Huerta escolar; Fase 2 Preparación de cultivo de Lechuga crespa en la Huerta escolar; Fase 3: Inoculación de fertilizante en muestra de cultivo de la huerta escolar; Fase 4: Comparación de los datos obtenidos del cultivo con el biofertilizante vs cultivo control. (ver Figura 25)

Figura 25 Cuarto Apartado del Manual Práctico Sobre la Aplicación de Biofertilizantes en una Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez

Metodología

¡Amigos jardineros del tercer grado, es hora de poner nuestras manos en el suelo y descubrir el secreto mágico de hacer crecer nuestra huerta con la ayuda de biofertilizantes! Aquí está nuestra emocionante metodología para convertirnos en expertos en el cuidado de nuestras plantitas:



Fase 1: Preparación del suelo de la Huerta Escolar.

Fase 2: Preparación de cultivo de Lechuga crespa en la Huerta Escolar.

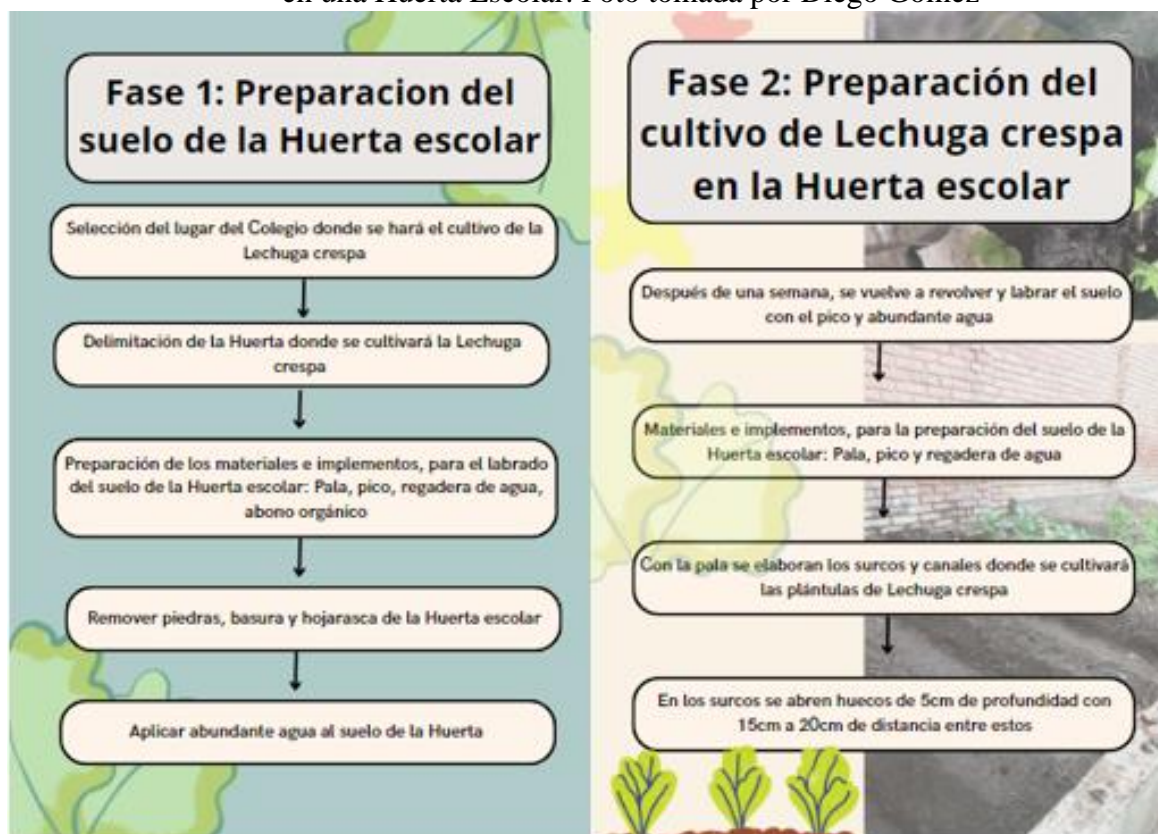
Fase 3: Inoculación del Biofertilizante en muestra de cultivo de la huerta escolar.

Fase 4: Comparación de los datos obtenidos del cultivo con el biofertilizante vs cultivo control.

Para las fases metodológicas, se decidió utilizar esquemas conceptuales en forma de flujograma, con el objetivo de facilitar la enseñanza de los conceptos planteados en el marco teórico, y que de esta manera la persona realice las practicas experimentales teniendo la posibilidad de seguir cada uno de los esquemas facilitando su aplicación. (ver Figura 26)

Figura 26 Fases de la Metodología del Manual Práctico Sobre la Aplicación de Biofertilizantes

en una Huerta Escolar. Foto tomada por Diego Gómez



También se plantea realizar dos bioensayos, uno con en cultivos de Lechuga crespa - *Lactuca sativa* aplicando el biofertilizante *Trichoderma harzianum* y el otro que será el grupo control teniendo el mismo tipo de cultivo pero sin aplicar ningún fertilizante, siendo este el grupo control, para esto se realizaran tablas de las plantas de lechuga donde se tomen los datos del número de hojas, el largo y ancho de hojas y el tamaño del tallo tomándose en Centímetros, para la posterior

comparación de los resultados de cada semana del cultivo de Lechuga con el biofertilizante y sin él. (ver Figura 27)

Figura 27 Cuadro de Datos Obtenidos del Cultivo con Biofertilizantes vs Cultivo Control. Tomado por Diego Gómez

Fase 4: Comparación de los datos obtenidos del cultivo con el biofertilizante vs cultivo control

Se observa de forma detallada el crecimiento de cultivo de Lechuga crespa: hojas, tamaño de las hojas, y tamaño del tallo






Diferencias en el crecimiento y desarrollo del grupo control con el grupo ensayo del cultivo de Lechuga crespa

Realizar tabla de datos donde se comparen los resultados de cada semana del cultivo de Lechuga crespa

Planta de Lechuga	Nº de Hojas	Largo de Hojas cm	Ancho de Hojas cm	Tamaño del Tallo cm
1				
2				
3				
etc				

Finalmente, en el último apartado se realizó un cuestionario de validación del manual para los estudiantes de tercer grado, donde se elaboraron preguntas donde se respondían por medio de escalas de 1 siendo muy malo hasta el 5 siendo esta calificación muy buena, y adaptando estas escalas a emojis o reacciones para que los estudiantes contestaran de manera más fácil. (ver Figura 28)






Figura 28 Cuestionario de Validación del Manual Práctico Sobre la Aplicación de Biofertilizantes en una Huerta Escolar. Tomado por Diego Gómez

Calificación	Emoción
Muy Malo	
1	
Mallo	
2	
Medio	
3	
Bueno	
4	
Muy Bueno	
5	






Preguntas

Nota: Marque con una X o subraye las emociones que considere indicada a las siguientes preguntas.






1) ¿Entiendes fácilmente las instrucciones del manual práctico?

				
Muy Malo	Malo	Medio	Bueno	Muy bueno

2) ¿Las imágenes o dibujos incluidos en el manual te ayudan a entender mejor lo que se explica?

				
Muy Malo	Malo	Medio	Bueno	Muy bueno

3) ¿Te parece interesante y divertido el contenido del manual práctico?

				
Muy Malo	Malo	Medio	Bueno	Muy bueno

8.3.3 Validación del manual

Ver el cuestionario en el siguiente link:

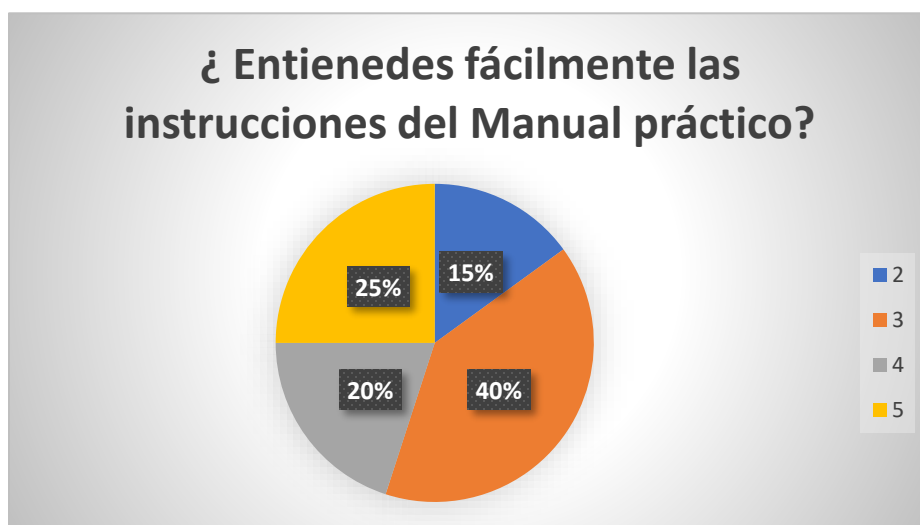
https://www.canva.com/design/DAFtxFFNmZI/aTstro29W-XKMskbQ1oOoQ/edit?utm_content=DAFtxFFNmZI&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

En la validación del manual titulado: *Manual práctico sobre la aplicación de biofertilizantes en una Huerta escolar*, se realizó con los estudiantes de tercer grado de un colegio de distrital de Bogotá siendo escogidos al azar 20 estudiantes, para esto se utilizó un cuestionario que constaba de 10 preguntas que se responderían de la escala de 1 a 5 adaptando estas con emojis

para una mejor comprensión para los estudiantes, con el fin de conocer la percepción de los estudiantes acerca del Manual y de esta forma observar y utilizar el contenido del material educativo.

Pregunta N°1

Figura 29 Validación del Cuestionario Primera Pregunta. Tomado por Diego Gómez

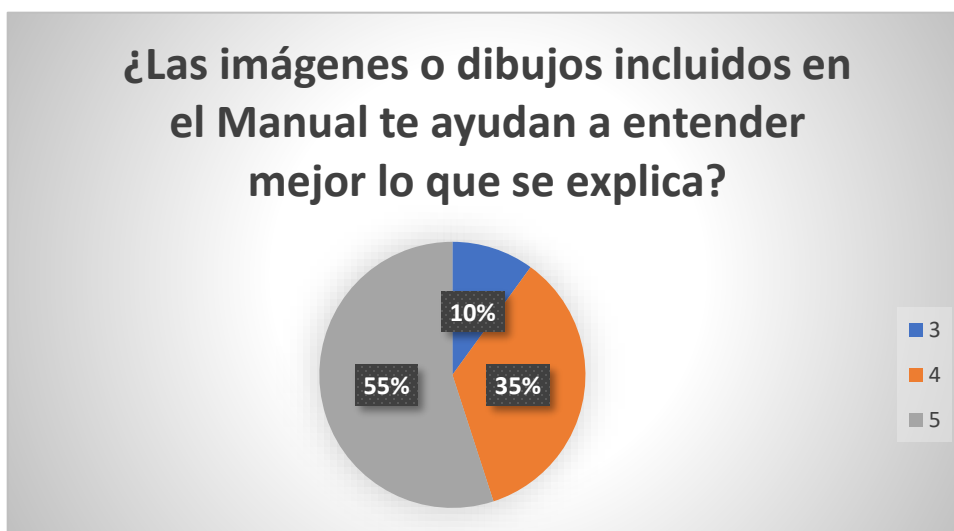


Teniendo en cuenta la Figura 29, se interpreta que hubo ocho alumnos siendo este el 40% de los estudiantes que en la escala escogieron el 3 siendo este un punto medio sobre las instrucciones que se presentan en el Manual, además tres estudiantes respondieron en la escala el 2 siendo esta una respuesta mala sobre las instrucciones del manual presentándose estas respuesta como un 15%, y por último el 25% de las respuesta de estudiantes respondieron en la escala el 4 siendo este bueno y un 20% de eligieron en la escala el 5 siendo una respuesta muy buena sobre este apartado del manual, mostrando que las instrucciones son claras pero aun así hay dificultades por los estudiantes al entender algunos apartados o secciones de éste, siendo esto un punto

importante para adaptar de manera más clara y detallada la instrucciones que se presentan en el Manual dirigido para estudiantes de esta edad.

Pregunta N°2

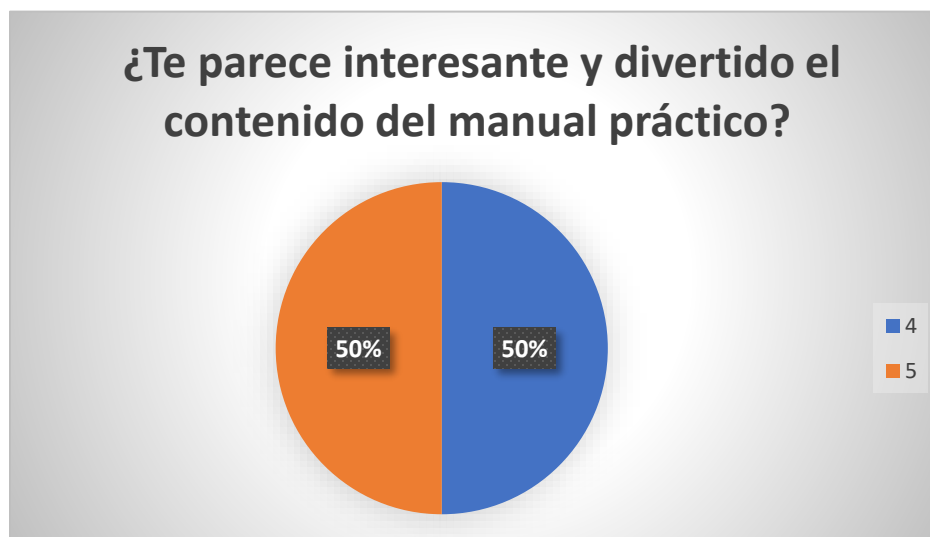
Figura 30 Validación del Cuestionario Segunda Pregunta. Tomado por Diego Gómez



Respecto a la Figura 30, se determina que el 55% de las respuesta muestra una escala de 5 donde a once estudiantes les parece muy bueno las imágenes o dibujos en el manual, el otro 35 % eligieron en la escala el 4 siendo para siete estudiantes esta imágenes y dibujos buenas en el Manual, por ultimo dos estudiantes les pareció medio este contenido del manual, siendo el 10% que eligió el 3 en la escala, por lo tanto la imágenes y dibujos en el Manual generan un mayor interés en los estudiantes por indagar en este, además de servir como guía a algunas fases experimentales que se presentan en el Manual y ser una herramienta pedagógica pertinente para el ámbito educativo.

Pregunta N°3

Figura 31 Validación del Cuestionario Tercera Pregunta. Tomado por Diego Gómez



En la Figura 31, se determina que los estudiantes les pareció divertido e interesante el contenido que se presenta en el Manual ya que hubo un 50% de respuestas donde se escogió en la escala el 5 pareciéndole a diez estudiantes muy bueno este contenido del manual, y el otro 50% respondió en la escala el 4 mostrando que a los otros 10 estudiantes les pareció bueno este apartado del Manual, siendo pertinente este en la enseñanza de un aprendizaje significativo y lleno de experiencias para los estudiantes.

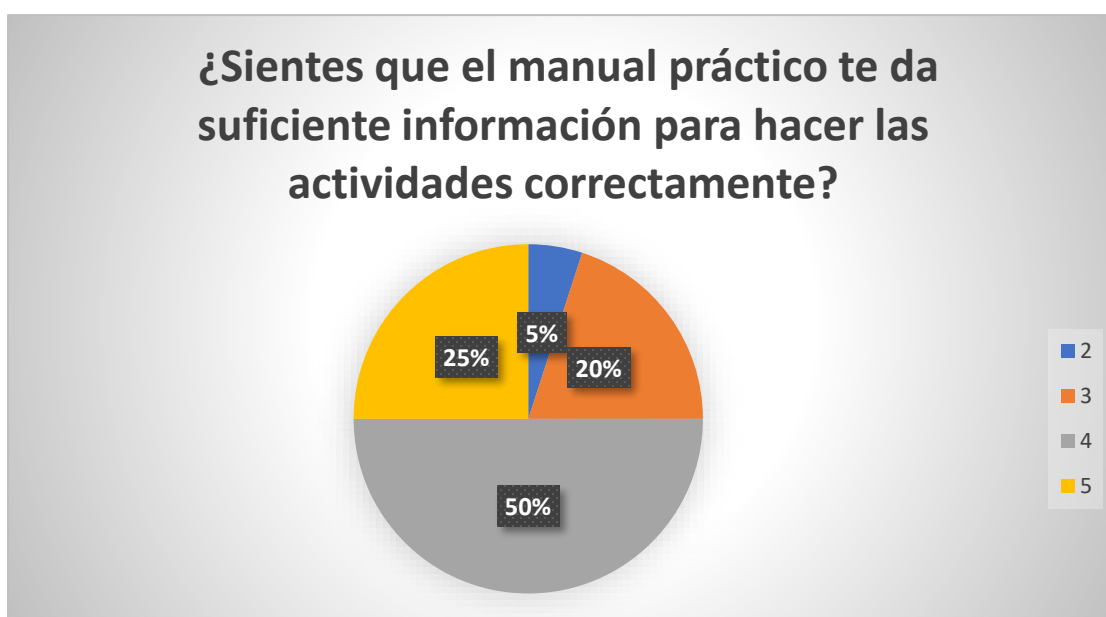
Pregunta N°4

Figura 32 Validación del Cuestionario Cuarta Pregunta. Tomado por Diego Gómez



Basándonos en la Figura 32, se interpreta que el 35% de respuestas de los estudiantes es buena, donde siete estudiantes respondieron en la escala el 4 siendo bueno el recibimiento de las actividades propuestas en el manual, otro 35% fueron respuestas donde se eligió en la escala el 3 siendo esta una respuesta media sobre estas actividades, en consiguiente se observa una respuesta del 25% de muy bueno, donde cinco estudiantes eligieron en la escala el 5 y por ultimo hubo un 5% de malo en este apartado, tomándose esta respuesta de solo un estudiante. Concluyendo que estas actividades propuestas en el Manual se comprenden de manera fácil en mas de la mitad de la población elegida, pero sin embargo se puede actualizar estas actividades realizándose de manera más dinámica y sintéticas para la comprensión de los estudiantes en diferentes ámbitos educativos.

Pregunta N°5

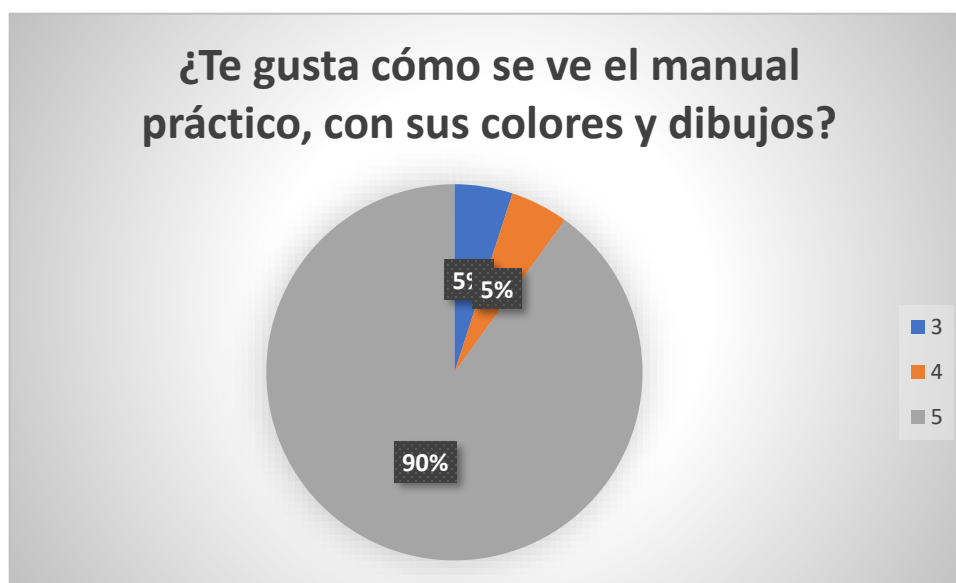
Figura 33 Validación del Cuestionario Quinta Pregunta. Tomado por Diego Gómez.

En la siguiente Figura 33, se obtuvo un 50% en la escala de bueno siendo el 4 la respuesta realizada por 10 estudiantes, posterior a esto se obtuvo un 25% en la escala de muy bueno eligiéndose en la escala el 5 por cinco estudiantes, en la escala de medio la respuesta elegida fue el 3 por cuatro estudiantes obteniéndose un así un 20%, y por un estudiante se obtuvo la respuesta

de 5% en la escala de malo, mostrando adecuada la información presentada en el Manual y así mismo siendo pertinente este contenido en la implementación de actividades en la huerta.

Pregunta N°6

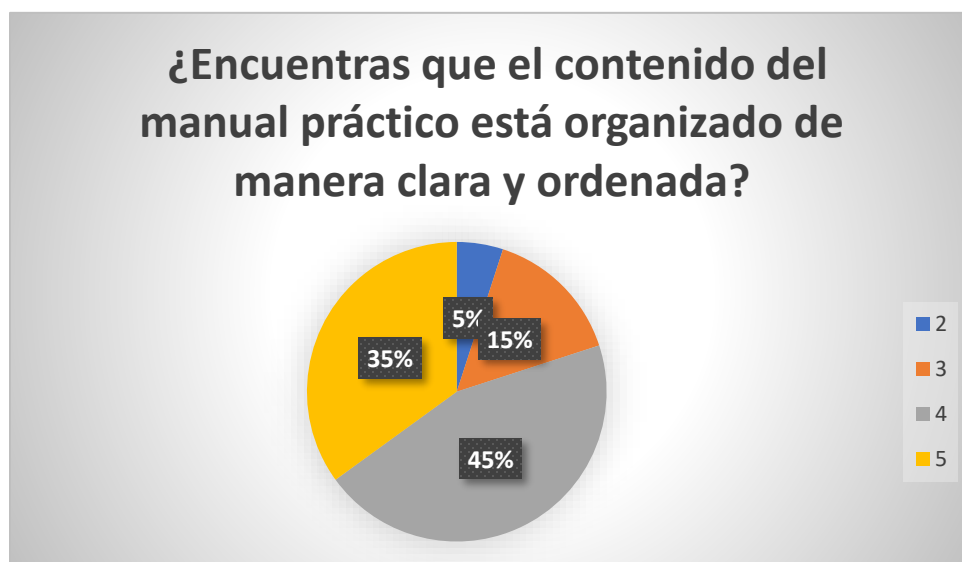
Figura 34 Validación del Cuestionario Sexta Pregunta. Tomado por Diego Gómez



En la Figura 34, se presenta una respuesta del 90% de respuesta de 5 en la escala, mostrando que dieciocho estudiantes respondieron que les parecía muy bueno los dibujos y los colores presentados en el manual, además hubo un estudiante que le pareció bueno eligiendo el 4 en la escala del cuestionario siendo este el 5%, y el último 5% fue la respuesta de otro estudiante que respondió en la escala el 3 pareciéndole un punto medio los colores y dibujos del manual, por lo tanto el usar este tipo de recursos con los estudiantes, resulta ser una herramienta gráfica en la profundización de conceptos facilitando la comprensión de algunas temáticas y procedimientos presentados en el Manual.

Pregunta N°7

Figura 35 Validación del Cuestionario Séptima Pregunta. Tomado por Diego Gómez

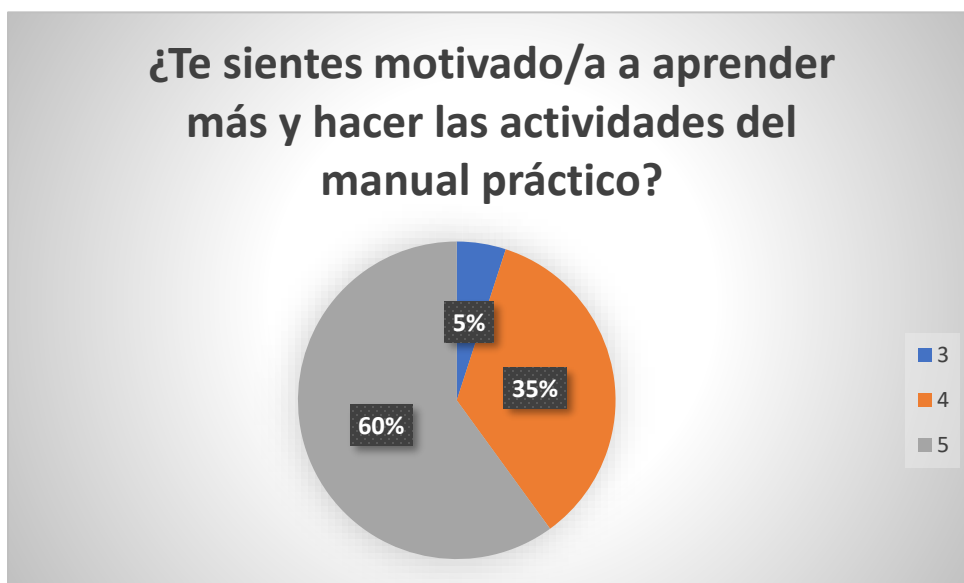


De acuerdo a la Figura 35, se obtuvo un 45% de respuestas de 4 en la escala planteada, respondiendo que les parece bueno a nueve estudiantes como está organizado el contenido del Manual, el 35% corresponde a la respuesta de siete estudiantes que eligieron el 5 en la escala del cuestionario, siendo muy bueno este apartado del Manual, para tres estudiantes escogieron la respuesta 3 mostrando en la escala un punto medio en esta respuesta, y por último a solo un estudiante le pareció malo como está organizado y estructurado el manual. En conclusión, la

estructura y organización del manual es adecuada en la implementación del mismo con esta población de estudiantes.

Pregunta N°8

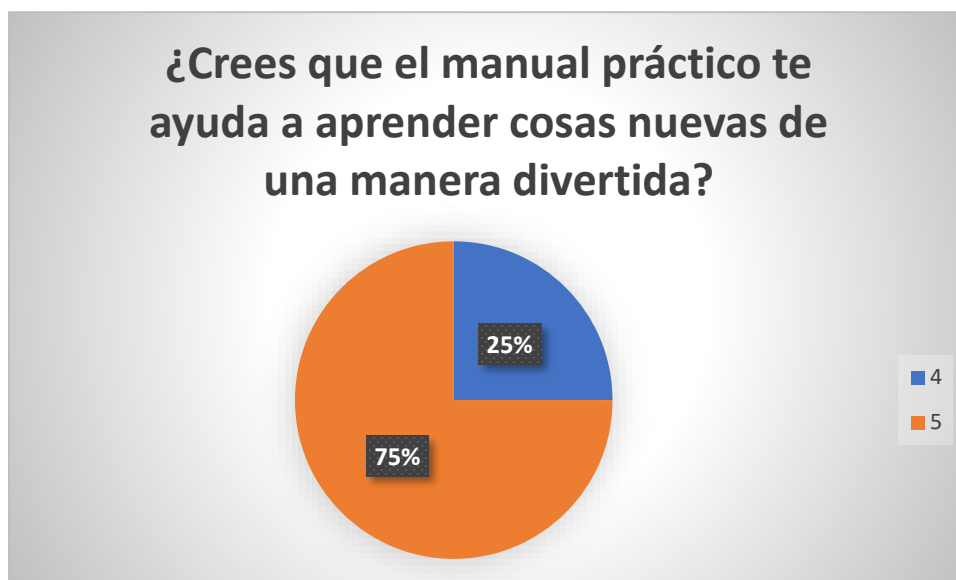
Figura 36 Validación del Cuestionario Octava Pregunta. Tomado por Diego Gómez.



En la Figura 36, se obtiene un 60% en la escala de 5 siendo estas respuestas muy buenas en doce estudiantes encuestados, en la escala 4 de bueno fue elegida por siete estudiantes obteniéndose un 35% en esta respuesta, y el 5% fue por un estudiante que respondió en 3 esta escala siendo un punto medio en las respuestas. Mostrando que la implementación de este Manual práctico motiva a los estudiantes a realizar actividades pedagógicas y educativas en la escuela.

Pregunta N°9

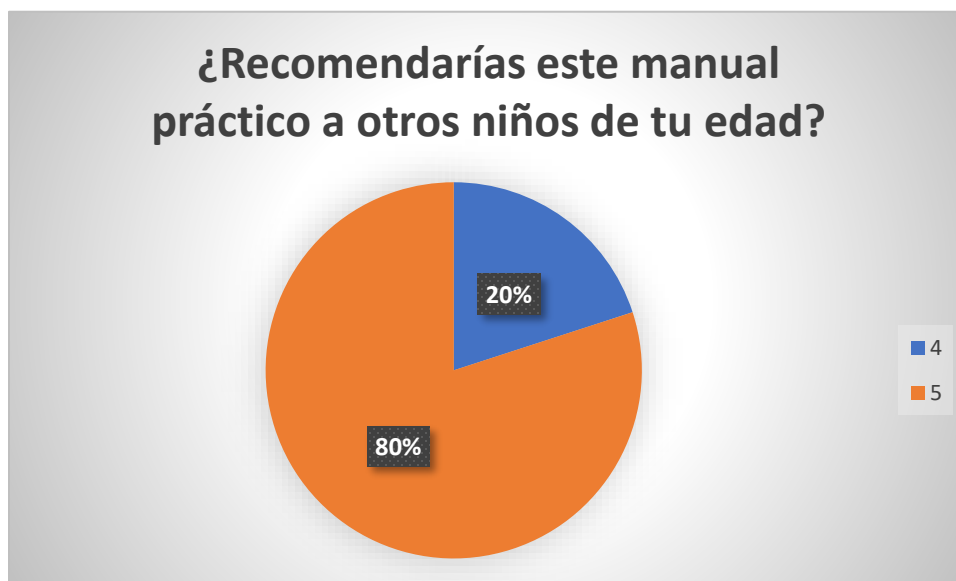
Figura 37 Validación del Cuestionario Novena Pregunta. Tomado por Diego Gómez



Con base a la Figura 37, hubo quince estudiantes que les pareció muy bueno que el Manual les ayuda a aprender nuevos conceptos de manera divertida siendo la respuesta de ellos un 5 en la escala del cuestionario mostrando así un 75% de estas respuestas, el 25% de respuesta fueron en la escala el 4 siendo bueno para cinco estudiantes, por lo tanto el Manual es una herramienta eficaz en la enseñanza de nuevos conceptos y procesos significativos en los estudiantes, siendo el manual un material pertinente para diferentes áreas de la educación.

Pregunta N°10

Figura 38 Validación del Cuestionario Decima Pregunta. Tomado por Diego Gómez



Teniendo en cuenta la Figura 38, se obtuvo un 80% en los resultados de muy bueno, siendo dieciséis estudiantes los que respondían 5 en la escala del cuestionario recomendando este Manual a otros niños de su edad, y el 20% de las respuestas fueron buenas ya que cuatro estudiantes respondieron en el cuestionario el número 4 en la escala. Concluyendo que el manual practico una buena herramienta educativa y se propende su aplicación a estudiantes de tercer grado, ya que fue muy llamativo y motivador en sus procesos de aprendizaje.

9. Conclusiones

La Lechuga Crespa - *Lactuca sativa* y la aplicación de biofertilizantes a base de *Trichoderma harzianum*, tiene un impacto positivo en el crecimiento de las plantas de lechuga crespa. Los resultados obtenidos muestran un mayor crecimiento en longitud, ancho y numero de hojas en las plantas tratadas con biofertilizante en comparación con las del grupo control, lo que

sugiere que este tipo de biofertilizante puede ser beneficioso para el desarrollo de la lechuga crespa en una huerta escolar.

Los bioensayos realizados respaldan la viabilidad y el potencial de utilizar biofertilizantes en la agricultura, especialmente en contextos educativos, para mejorar el crecimiento de las plantas y fomentar la conciencia ambiental entre los estudiantes.

La elaboración del *Manual práctico sobre la aplicación de biofertilizantes en una Huerta escolar* para la aplicación de biofertilizantes en una huerta escolar, destinado a estudiantes de tercer grado, resalta la importancia de enseñar estas interacciones biológicas por medio de prácticas experimentales con la huerta como parte del proceso de aprendizaje.

La propuesta de un cuestionario para evaluar la eficacia del manual demuestra un enfoque integral en la implementación de prácticas agrícolas sostenibles en entornos educativos, fomentando la participación activa de los estudiantes en el cuidado del medio ambiente y en la promoción de la agricultura sustentable.

10. Recomendaciones

Agregar una sección en el manual que incluya consejos prácticos para el cuidado general de las plantas de lechuga crespa, como el riego adecuado, la exposición a la luz solar y el control de plagas, para brindar a los estudiantes una guía completa para el mantenimiento de la huerta escolar.

Incorporar actividades de evaluación más interactivas en el manual, como juegos educativos o cuestionarios interactivos en línea, para fomentar la participación activa de los

estudiantes y fortalecer su comprensión de los conceptos relacionados con la aplicación de biofertilizantes en la huerta escolar.

11. Bibliografía:

Agrotendencia. (2023). BIOFERTILIZANTES Agro en 2 minutos [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Rd6qcICkVSQ>

Altieri, M. (2009). La agricultura moderna: impactos ecológicos y la posibilidad de una verdadera agricultura sustentable. *University of California, Berkeley, Department of Environmental Science, Policy and Management. Berkeley, CA, USA.*

Anderson, J. R. (1996). Manuales para el aprendizaje: Psicología cognitiva y educación. Editorial Alhambra.

Andrade Daza, L. (2019). Cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y maíz (*Zea mays*) como alternativa de sostenimiento para familias campesinas en Algeciras Huila. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/133

Bader, A. N., Salerno, G. L., Covacevich, F., & Consolo, V. F. (2020). Bioformulación de *Trichoderma harzianum* en sustrato sólido y efectos de su aplicación sobre plantas de pimiento.

Bader, A. N., Salerno, G. L., Covacevich, F., & Consolo, V. F. (2020). Native *Trichoderma harzianum* strains from Argentina produce indole-3 acetic acid and phosphorus solubilization, promote growth and control wilt disease on tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of King Saud University-Science*, 32(1), 867-873.

Beltrán-Pineda, M. E., & Bernal-Figueroa, A. A. . (2022). Biofertilizantes: alternativa biotecnológica para los agroecosistemas. *Revista Mutis*, 12(1). <https://doi.org/10.21789/22561498.1771>

Betancourt Tituaña, H. F. (2020). *Sinergismo entre hongos micorrícicos y Trichoderma harzianum en el control del nematodo Nacobbus aberrans en plantas de tomate (Solanum lycopersicum L.)* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).

Biblioteca Digital Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). Lechuga. Recuperado de <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14316/Lechuga.pdf>

Bohórquez, J. S. (2023). Aislamiento de bacterias nitrificantes a partir de excremento de ganado bovino de raza Holstein, para promover el uso de biofertilizantes mediante una propuesta pedagógica. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/18449>.

Bolívar, B. H. (2021). *Cultivo de Pleurotus ostreatus (Orellana) como práctica que promueve el aprendizaje de la Biología..* Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/16747>.

Brady, N. C., & Weil, R. R. (2019). *The Nature and Properties of Soils* (15th ed.). Pearson.

Bryman, A. (2016). *Social Research Methods*. Oxford University Press.

Caicedo Pineda Viviana y Jiménez Melo Hugo M. 2019. Evaluación del potencial antagonico de *Trichoderma harzianum* contra tres especies de hongos fitopatógenos. *Fitopatología colombiana*. 43(2):44-48

Cardona, W. A., Bolaños Benavides, M. M., & Chavarriaga montoya, W. (2016). Efecto de fertilizantes químicos y orgánicos sobre la agregación de un suelo cultivado con *Musa acuminata* AA. *Acta Agronómica*, 65(2), 144–148. <https://doi.org/10.15446/acag.v65n2.44493>

Castellanos-Blancomagda , R. y López-Trujillo, A. (2023). Reconstrucción de concepciones y saberes en Etnobotánica como estrategia de enseñanza en estudiantes de grado

décimo del Liceo Campestre Thomas de Iriarte del Municipio de Subachoque, Cundinamarca. (Colombia). Bio-grafía. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/18392>

Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*.

DANE. (2017). Boletín de Insumos Agropecuarios. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_sep_2017.pdf

Díaz, L. A. (2017). Producción de Cultivo Hidropónico Lechuga (*Lactuca Sativa L.*) para la Promoción de la Autogestión en la Escuela Básica Bolivariana “Los Naranjos”. *Revista Scientific*, 2(4), 204–222. <https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2017.2.4.12.204-222>

Fuster Guillen, D. E. (2019). Investigación cualitativa: Método fenomenológico hermenéutico. *Propósitos Y Representaciones*, 7(1), 201–229. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.267>

Gagné, R. M., Briggs, L. J., & Wager, W. W. (1992). *Principios del diseño instruccional*. Editorial Ediciones Paraninfo.

García, M. et al. (2020). "Selección de variedades de lechuga crespa para cultivo en huertas escolares en el trópico húmedo." *Revista de Investigación Agrícola*, 28(2), 45-58.

Gómez, A., & Peralta, F. (2018). "Prácticas de manejo agronómico en huertas escolares". *Revista de Educación Ambiental*, 10(2), 34-47.

Gómez, B. (2011). El análisis de manuales y la identificación de problemas de investigación en Didáctica de las Matemáticas.

González, J., & Martínez, L. (2015). Antagonismo in vitro de *Trichoderma harzianum* contra *M. fijiensis*. En ResearchGate. https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Antagonismo-in-vitro-de-Trichoderma-harzianum-contra-M-fijiensis-Izquierda_fig1_277132645

Grupo Bioceres. (2021). Biofertilizantes en base a microorganismos vivos [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Cx1Iduu1wYM>

Harman, G. E., & Uphoff, N. (2019). Symbiotic root-endophyte formulation for improved plant performance. US Patent 10,236,198.

Hernández-Melchor, Dulce Jazmín, Ferrera-Cerrato, Ronald, & Alarcón, Alejandro. (2019). Trichoderma: IMPORTANCIA AGRÍCOLA, BIOTECNOLÓGICA, Y SISTEMAS DE FERMENTACIÓN PARA PRODUCIR BIOMASA Y ENZIMAS DE INTERÉS INDUSTRIAL. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35(1), 98-112. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000205>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6^a ed.). México: McGrwall Hill Education.

Herrera, N. F. (2022). Micorrizas arbúsculares en *Lycopersicum esculentum* (Tomate Santa Clara) : el bioensayo como una estrategia para la elaboración de un material didáctico que reconozca el uso de los biofertilizantes.

Herrera, S. (2017). Métodos para el Plan Regional. Recuperado de <https://digi.usac.edu.gt/sitios/capacitaciones2017/xela2017/presentaciones/MetodosPlanRegionalSandra.pdf>

Hodges, C. B. (2004). Diseño de materiales instruccionales en la educación a distancia. Editorial Trillas.

Intagri. (s.f.). Biofertilizantes en agricultura. Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura#:~:text=Por%20su%20uso%2C%20los%20biofertilizantes,y%20promotores%20del%20crecimiento%20vegetal.>

Jaramillo, A., & Tafur, E. (2019). "Manejo del suelo en huertas escolares: importancia de la incorporación de materia orgánica". Revista de Agricultura Sostenible, 15(3), 78-89.

López, R. et al. (2021). "Condiciones ambientales óptimas para el cultivo de lechuga cresspa en huertas escolares". Revista de Investigación Educativa, 20(1), 112-125.

Maldonado, D. y Pinzón, L. (2016). La huerta escolar como medio para el desarrollo de competencias científicas y ciudadanas en estudiantes de un colegio público en Bogotá. Universidad de La Sabana, Bogotá, D.C.

Martínez B.; D. Infante; Y. reyes. 2013. *Trichoderma spp.* y su función en el control de plagas en los cultivos. Protección Vegetal. 28:1.

Merrill, M. D. (2002). First Principles of Instruction. Educational Technology Research and Development, 50(3), 43-59.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (1977). Hoja Divulgadora. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1977_10.pdf

Morales, H., Ferguson, B. G., Chung, K., & Nigh, R. (2021). Escalamiento de la agroecología desde el huerto escolar y la importancia de reconocer la cultura, los alimentos y lugar. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 58.

Niño Torres, D. (2021). Saberes ambientales alcanzados desde la perspectiva de la agroecología: el caso huerta escolar. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition.

Orozco, F. H. (1986). *Impacto ambiental de los fertilizantes en la agricultura con énfasis en el cultivo de la papa..* Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/29564>.

Peñaloza Jiménez, G., & Guerrero, G. J. (2019). Matemos al bicho: La huerta escolar como escenario educativo para la argumentación y la toma de decisiones. *Bio-grafía*, 12(22), 39-47. ISSN 2619-3531.

Pérez Vélez, J. (2014). *Uso de los fertilizantes y su impacto en la producción agrícola.*

Rodriguez, A. P. (2020). Compatibilidad de fungicidas químicos, biológicos y de origen vegetal sobre el hongo benéfico *Trichoderma harzianum*, controlador de *Fusarium oxysporum* en plantas de tomate (*Solanum lycopersium*).. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12010/8628>.

Romero-Arenas, O., Huerta Lara, M., Damián Huato, M. A., Domínguez Hernández, F., & Arellano Victoria, D. A. (2009). Características de *Trichoderma harzianum*, como agente limitante en el cultivo de hongos comestibles. *Revista colombiana de Biotecnología*, 11(2), 143-151.

Sanjuán Pinilla, Juan, & Moreno Sarmiento, Nubia. (2010). Aplicación de insumos biológicos: una oportunidad para la agricultura sostenible y amigable con el medioambiente. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 12(1), 4-7. Retrieved February 22, 2023,

from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-34752010000100001&lng=en&tlng=es

Santos Guerra, M. Á. (2004). Didáctica. Planificación y enseñanza. Ediciones Morata.

Silva, G. (2012). Paca Digestora. Academia.edu. Recuperado de https://www.academia.edu/34067428/Paca_Digestora_Silva

Subba Rao, N. S. (2013). Biofertilizer Technology. Springer.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). Plant Physiology (5th ed.). Sinauer Associates.

VALDOVINOS, T. C. (2013). MANUAL DE PRACTICAS DE LA EXPERIENCIA EDUCATIVA BIOLOGIA VEGETAL.

Vásquez Cárdenas, J. A. (2010). Caracterización microbiológica y producción de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* en cultivo artesanal.