



**Fortalecimiento de competencias científicas en estudiantes de educación básica secundaria  
mediante la producción de biofertilizantes**

Freddy Nelson Henao Escobar

Viviana Patricia Galeano Pineda

Proyecto de grado para optar al título de magíster en Ciencias Naturales y Matemática

Director

Carlos Ocampo López, Doctor en Ingeniería

Universidad Pontificia Bolivariana  
Escuela de ingeniería  
Centro de Ciencias Básicas  
Maestría en Ciencias Naturales y Matemática  
Medellín  
2024

---

**DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD**

Medellín, 30 de abril de 2024

Nosotros, **Freddy Nelson Henao Escobar y Viviana Patricia Galeano Pineda**

“Declaramos que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad”. Art. 92, párrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada.

Firma



---

Freddy Nelson Henao Escobar  
C.C. 1.037.369.716 de Maceo (Ant.)



---

Viviana Patricia Galeano Pineda  
C.C. 43.656.425 de Puerto Berrío (Ant.)

## **DEDICATORIA**

Con gran cariño, a nuestras familias, motor de nuestras vidas.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por habernos dado la vida y la oportunidad de llegar hasta este momento, por darnos la fortaleza necesaria para nos desfallecer en los momentos difíciles.

A nuestras familias por haber sido el apoyo incondicional durante este maravillo proceso y por ser nuestro polo a tierra en todo momento.

A nuestro director, Carlos Ocampo López, quien con su disposición y calidad humana nos brindó todo su apoyo y conocimientos en todo momento durante la realización de nuestro trabajo.

A los profesores y coordinadores de la maestría por haber aportado con sus conocimientos y guía a nuestra cualificación durante este proceso.

A la comunidad educativa de la Institución Educativa Rural La Cruzada del municipio de Remedios, especialmente a sus directivos docentes y estudiantes del grado octavo tres del año académico 2023 por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo, gratitud inmensa para ellos.

**CONTENIDO**

RESUMEN .....	13
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN .....	17
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
JUSTIFICACIÓN .....	23
OBJETIVOS .....	26
Objetivo general.....	26
Objetivos específicos .....	26
MARCO REFERENCIAL.....	27
MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL.....	27
Competencias científicas .....	27
Indagación.....	30
Uso comprensivo del conocimiento.....	31
Explicación de fenómenos naturales.....	32
Lineamientos para la elaboración de una propuesta curricular.....	33
Estándares Básicos de Competencias. ....	34
Derechos básicos de aprendizaje .....	36
Planes de área.....	38
Fertilizantes a partir de materia orgánica.....	41
Biofertilizantes .....	42
Fertilizantes orgánicos .....	45
Producción de compost.....	48
Levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	54
Características del Frijol Lima ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L) .....	56

---

Papa Capira ( <i>Solanum tuberosum</i> ).....	57
Plátano ( <i>Platanus occidentalis</i> ) .....	58
ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE.....	59
HIPÓTESIS.....	69
METODOLOGÍA.....	70
Fase 1: Identificación de competencias en documentos oficiales.....	70
Fase 2: Diseño de la experiencia de aprendizaje .....	71
Fase 3: Evaluación del nivel de desarrollo de las competencias científicas .....	72
Contexto Institucional.....	72
Participantes.....	73
Consideraciones éticas .....	74
RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	75
Fase 1: Identificación de las competencias en documentos oficiales .....	75
Análisis comparativo de los Referentes de Calidad en Ciencias Naturales 6° y 7° .....	77
Análisis comparativo de los Referentes de Calidad en Ciencias Naturales 8° y 9° .....	82
Revisión de resultados pruebas ICFES .....	88
Fase 2: aplicación de la experiencia de aprendizaje .....	93
Momento de inicial .....	93
Actividad 1: descomposición de la materia .....	93
Actividad 2: crecimiento de las plantas .....	97
Momento de desarrollo .....	101
Actividad 3: El compostaje.....	101
Actividad 4: conceptos claves.....	110
Actividad 5: generalidades de las levaduras .....	113
Momento final.....	116

---

Actividad 6: crecimiento de las plantas .....	116
Análisis de Varianza para el diámetro .....	124
Optimizar Respuesta .....	125
Análisis de Varianza para Altura .....	128
Optimizar Respuesta .....	130
Actividad 7: socialización de resultados encontrados .....	133
Fase 3: El nivel desarrollo de las competencias científicas de los estudiantes .....	134
Competencia científica: indagación .....	134
Prueba t para comparar medias .....	140
Prueba de Kolmogorov-Smirnov .....	140
Competencia científica: explicación de fenómenos.....	142
Prueba t para comparar medias .....	147
Prueba de Kolmogorov-Smirnov .....	147
Competencia científica: uso comprensivo del conocimiento.....	150
Comparación de Medias .....	154
Prueba t para comparar medias .....	155
CONCLUSIONES .....	159
RECOMENDACIONES .....	162
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	163
ANEXOS .....	175

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1.	Guía institucional para redactar programas por competencias. ....	40
Tabla 2.	Tipos de fertilizantes orgánicos. ....	45
Tabla 3.	Fases del compostaje .....	51
Tabla 4.	Comparación entre los referentes de calidad y su relación con las competencias científicas para los grados sexto y séptimo. ....	77
Tabla 5.	Comparación entre los referentes de calidad y su relación con las competencias científicas para los grados octavo y noveno. ....	82
Tabla 6.	Explicaciones de los estudiantes sobre el crecimiento de las plantas. ....	98
Tabla 7.	Aspectos importantes sobre el proceso del compostaje. ....	101
Tabla 8.	Condiciones medio ambientales de la zona donde se realizó el compostaje. ....	108
Tabla 9.	Resultado de las mediciones de pH y temperatura del compost. ....	108
Tabla 10.	Respuestas de los estudiantes en la actividad 5 .....	113
Tabla 11.	Diseño de experimento factorial para la evaluación de la efectividad de los biofertilizantes. ....	116
Tabla 12.	Resultados obtenidos en el diseño de experimento de las mediciones del diámetro y la altura de las plantas de frijol. ....	120
Tabla 13.	Análisis de varianza para el diámetro de la planta de frijol lima. ....	124
Tabla 14.	Combinación de niveles de los factores para maximizar la variable diámetro. ....	126
Tabla 15.	Análisis de varianza para el diámetro de la planta de frijol lima. ....	128
Tabla 16.	Optimización de respuesta para maximizar la altura de la planta de frijol .....	130
Tabla 17.	Resumen estadístico de los datos obtenidos en la competencia de indagación ....	139
Tabla 18.	Resumen estadístico del pretest y posttest para explicación de fenómenos. ....	146
Tabla 19.	Resumen estadístico obtenido a partir de los datos de los test de entrada y salida para la competencia de explicación de fenómenos. ....	153



**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1.	Estructura de los Estándares Básicos de Competencia en Ciencias Naturales. ....	35
Figura 2.	Estructura de los Derechos Básicos de Aprendizajes de Ciencias Naturales. ....	37
Figura 3.	De la normativa al plan de aula.....	38
Figura 4.	Ubicación geográfica de la Institución Educativa Rural La Cruzada. ....	72
Figura 5.	Resultados de la prueba de ciencias naturales para el grado sexto. ....	89
Figura 6.	Resultados de la prueba de ciencias naturales para el grado séptimo.....	90
Figura 7.	Resultados de la prueba de ciencias naturales para el grado séptimo.....	91
Figura 8.	Resultados de la prueba de ciencias naturales para el grado séptimo.....	92
Figura 9.	Ejemplo de trabajos realizados por los estudiantes en la actividad 1 .....	94
Figura 10.	Promedio de autoevaluación actividad 1 de la experiencia de aprendizaje. ....	96
Figura 11.	Evidencia de la fase de socialización en la actividad 3 sobre el proceso de compostaje. ....	103
Figura 12.	Proceso de triturado y pesado de las cáscaras de papa y plátano para la elaboración del biofertilizante .....	104
Figura 13.	Celdas de la compostera.....	105
Figura 14.	Proceso de activación de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	106
Figura 15.	Levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> activada .....	107
Figura 16.	Inoculación de la levadura sobre las cáscaras de papa y plátano.....	107
Figura 17.	Evidencia de la medición de temperatura y pH en el compost. ....	109
Figura 18.	Resultado del proceso de compostaje. ....	110
Figura 19.	Evidencia del trabajo realizado en la búsqueda de información en la web. ....	111
Figura 20.	Muestra de algunos trabajos realizados por los estudiantes en la actividad 4 de la experiencia de aprendizaje.....	111
Figura 21.	Resultados obtenidos de la prueba de apropiación de conceptos científicos.....	112

---

Figura 22.	Muestra de algunos trabajos realizados por los estudiantes en la actividad 5 de la experiencia de aprendizaje.....	115
Figura 23.	Estudiantes observando las levaduras al microscopio óptico. ....	115
Figura 24.	Germinación de las semillas de frijol.....	118
Figura 25.	Siembra de las semillas de frijol en los biofertilizantes producidos. ....	118
Figura 26.	Medición de las variables de respuesta del diseño de experimento.....	119
Figura 27.	Resultado final del efecto de los biofertilizantes en el crecimiento de las plantas de frijol lima. ....	120
Figura 28.	Gráfica de efectos principales para el diámetro de la planta de frijol lima.....	122
Figura 29.	Diagrama de Pareto Estandarizada para el diámetro de la planta de frijol. ....	123
Figura 30.	Gráfica de efectos principales para la altura de la planta de frijol.....	127
Figura 31.	Diagrama de Pareto estandarizado para la altura de la planta de frijol.....	128
Figura 32.	Socialización de los resultados del efecto de los biofertilizantes en el crecimiento de las plantas de frijol. ....	133
Figura 33.	Frecuencia de media poblacional de la competencia de indagación.....	135
Figura 34.	Diagrama de densidades de la población en la competencia de indagación.....	136
Figura 35.	Diagrama de cajas y bigotes para los datos obtenidos en los test aplicados a los estudiantes. ....	138
Figura 36.	Comparación entre los puntajes obtenidos por los estudiantes del grado octavo en la competencia de explicación de fenómenos.....	143
Figura 37.	Curva de densidades suavizadas de los datos obtenidos de los test de entrada y salida para la competencia de explicación de fenómenos. ....	144
Figura 38.	Diagrama de caja y bigotes para los datos obtenidos en los test aplicados en la competencia de explicación de fenómenos naturales. ....	145
Figura 39.	Gráfico de frecuencia para los datos obtenidos en los test de entrada y salida para la competencia de uso comprensivo del conocimiento.....	151

Figura 40. Gráfico de densidades suavizadas de los datos obtenidos en los test de entrada y salida para la competencia de uso comprensivo del conocimiento..... 152

Figura 41. Diagrama de caja y bigotes de los resultados del test de entrada y salida en la competencia de uso comprensivo del conocimiento..... 153

**LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1.	DISEÑO DE LA PROPUESTA CURRICULAR.....	175
Anexo 2.	TEST DE ENTRADA Y SALIDA .....	198
Anexo 3.	CONSENTIMIENTO INFORMADO .....	202

## RESUMEN

En las pruebas PISA aplicadas en el año 2022 se encontró que un porcentaje considerable de estudiantes se ubicaron en el nivel II de competencias en el área de ciencias naturales. Además, en el examen Saber 11° del año 2021 realizado a nivel nacional, se halló que el 75% de los evaluados se encontraban en el nivel I y II de competencias científicas. Lo que significa, que los estudiantes presentan dificultad para utilizar el conocimiento científico en contextos reales donde intervienen dos o más variables. Por su parte, la Institución Educativa Rural La Cruzada no es ajena a esta realidad, puesto que en los resultados de las pruebas Saber 11° del 2021, el 97% de los estudiantes evaluados se ubican en el nivel II de competencias.

De acuerdo a lo anterior, se planteó la presente propuesta de investigación que tenía como objetivo principal fortalecer las competencias científicas de indagar, explicación de fenómenos naturales y uso comprensivo del conocimiento en estudiantes de la educación básica secundaria de la Institución Educativa Rural La Cruzada del municipio de Remedios (Antioquia) a partir de la producción de dos biofertilizantes a base de cáscaras de papa Capira y plátano. Para ello, se elaboró una propuesta curricular en la que se implementaron siete actividades que contemplaban la articulación de contenidos conceptuales, procedimentales, aptitudinales y finalidades dentro de la labor científica. En la experiencia de aprendizaje los estudiantes lograron elaborar los biofertilizantes a partir del proceso de compostaje y se hizo un diseño experimental de bloques completamente al azar con un arreglo factorial en el que se evaluó el efecto del compost en el crecimiento de frijol Lima. A partir de ello, se concluyó que el desarrollo de las plantas fue influenciado por la cantidad de biofertilizante utilizado sin importar el tipo de sustrato.

La experiencia de aprendizaje logró acercar a los estudiantes al trabajo de la labor científica en la producción de conocimiento a través del diseño experimental. Además, se identificó que las

competencias científicas se fortalecieron gracias a la propuesta curricular implementada en las clases de ciencias naturales. Esto se evidenció en el análisis estadístico realizado a partir del test de entrada y salida aplicado a los estudiantes. Se encontró que las competencias científicas de indagar, uso comprensivo del conocimiento y explicación de fenómenos se lograron potenciar en los alumnos del grado octavo, gracias a la implementación de acciones en la experiencia de aprendizaje como la búsqueda de información, la medición de variables, el trabajo en equipo, la experimentación, la comunicación de resultados y el dominio de conceptos propios del lenguaje científico.

**Palabras claves:** *Educación por competencias, Competencias científicas, biofertilizante, huerta escolar, compost, desechos orgánicos.*

**ABSTRACT**

In the PISA tests applied in 2022 it was found that a considerable percentage of students were placed in level II of competences in the area of natural sciences. In addition, in the Saber 11° exam of the year 2021 carried out at the national level, it was found that 75% of those evaluated were in the level I and II of scientific competences. This means that students have difficulty using scientific knowledge in real contexts where two or more variables are involved. For its part, the Institución Educativa Rural La Cruzada is not alien to this reality, since in the results of the tests Saber 11° of 2021, 97% of the evaluated students are located in the level II of competences.

According to the above, the present research proposal was proposed with the main objective of strengthening the scientific competence to investigate, explanation of natural phenomena and comprehensive use of knowledge in students of basic secondary education of the Rural Educational Institution La Cruzada of the municipality of Remedios (Antioquia) from the production of two biofertilizers based on potato peels Capira and banana. To this end, a curricular proposal was prepared in which seven activities were implemented that contemplated the articulation of conceptual, procedural, aptitude and purposes within the scientific work. In the learning experience the students managed to develop the biofertilizers from the composting process and an experimental design of blocks was made completely randomly with a factorial arrangement in which the effect of compost on bean growth was evaluated Lima. From this, it was concluded that plant development was influenced by the amount of biofertilizer used regardless of the type of substrate.

The learning experience brought students closer to the work of scientific work in knowledge production through experimental design. In addition, it was identified that scientific competencies were strengthened thanks to the curricular proposal implemented in natural science

classes. This was evidenced in the statistical analysis carried out from the entrance and exit test applied to the students. It was found that the scientific competencies of inquiring, comprehensive use of scientific knowledge and explanation of phenomena of managed to enhance in the eighth-grade students, thanks to the implementation of actions in the learning experience such as finding information, measuring variables, teamwork, experimentation, communication of results and mastery of concepts and concepts proper to scientific language.

**Keywords:** *Competence education, Scientific skills, biofertilizer, school garden, compost, organic waste.*



## INTRODUCCIÓN

La educación en Colombia se basa en el desarrollo de las competencias en el alumnado, los cuales son propuestos desde los lineamientos curriculares y los referentes oficiales del Ministerio de Educación Nacional (Parra, 2005). En el marco de este sistema educacional se define la competencia como un “conjunto de conocimientos, actitudes, disposiciones y habilidades (cognitivas, socio-afectivas y comunicativas), relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores” (MEN, 2024). Esto implica un enfoque holístico en el desarrollo de las competencias donde es de vital importancia potenciar las dimensiones conocer, ser y saber hacer; es decir, que un estudiante competente no solo debe adquirir conocimientos, sino también cultivar en ellos habilidades interpersonales y que sean capaces de aplicar los conocimientos en situaciones práctica, con el fin de enfrentar los desafíos del mundo real y contribuir de manera significativa a la sociedad.

En el campo de las ciencias naturales se han propuestos siete competencias científicas por parte del ICFES, sin embargo, solo tres de ellas son evaluadas en las pruebas estandarizadas que se aplican a los diferentes niveles educativos de la educación básica primaria, secundaria y media académica. Dichas competencias a saber son la indagación, el uso comprensivo del conocimiento y la explicación de fenómenos naturales (ICFES, 2023). Pese a la documentación y a las acciones que se han venido desarrollando en el país en materia de la educación científica no se ha logrado desarrollar de manera óptima las competencias científicas en el alumnado. Puesto que las pruebas internas y externas han demostrado niveles bajos de desempeño de los estudiantes en el área de las ciencias naturales en cuanto a las capacidades y habilidades científicas (OECD, 2023; ICFES, 2022). Por tanto, se hace necesario que desde las aulas de clase y cualquier otro escenario educativo

en ciencias se logren propiciar el fortalecimiento de las competencias a través diversas estrategias formativas.

Desde esta perspectiva, se enmarca el presente trabajo investigativo que buscó fortalecer las competencias de indagación, uso comprensivo del conocimiento y explicación de fenómenos a partir de la implementación de una experiencia de aprendizaje por medio de un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial para evaluar el efecto de dos biofertilizantes en el crecimiento de las plantas de frijol. Para evidenciar el nivel de desarrollo de las competencias se utilizó una metodología cuasiexperimental donde los datos recopilados por el test de inicio y de entrada se procesaron a través del análisis ANOVA.

## IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad es evidente la falta del desarrollo de competencias científicas en estudiantes de los ciclos de educación básica y media en Colombia. Prueba de ello, son los resultados de las pruebas Programme for International Student Assessment (PISA por sus siglas en inglés) realizadas en el año 2022, en los que se halló que el 49% de los estudiantes colombianos evaluados se ubicaban en el nivel 2, mientras que el 1% se ubica en los niveles superiores de 5 y 6 en total. De acuerdo esto, los estudiantes que se ubican en el nivel 2 “pueden reconocer la explicación correcta de fenómenos científicos conocidos y pueden utilizar ese conocimiento para identificar, en casos simples, si una conclusión es válida con base en los datos proporcionados” (OECD, 2023, p. 3 y 4). Esto demuestra la necesidad de implementar propuestas curriculares que contribuyan a mejorar las competencias científicas en el alumnado.

A pesar de los esfuerzos del Ministerio de Educación Nacional (MEN) y de las instituciones educativas por facilitar el desarrollo las competencias científicas en los estudiantes, los resultados no son alentadores, evidenciándose un bajo desempeño en las pruebas Saber 11° y en el Índice Sintético de la Calidad Educativa ISCE (Aguado & Campo, 2018). Los resultados de las pruebas Saber 11° del año 2021 arrojaron que de los 541.478 estudiantes evaluados a nivel nacional, el 22% se encontraban en el nivel 1 y el 53% en el nivel 2 de desempeño, lo que significa que los evaluados alcanzan a reconocer información explícita, presentada de manera ordenada en tabla o gráficas, con un lenguaje cotidiano y que implica la lectura de una sola variable independiente y que además, asocia dicha información con nociones de los conceptos básicos de las ciencias naturales. Por otro lado, el 23% se categorizó en el nivel 3 donde el estudiante es capaz de interrelacionar conceptos, leyes y teorías científicas con información presentada en diversos contextos, en los que intervienen dos o más variables, para hacer inferencias sobre una situación

problema o un fenómeno natural; y solo el 2% se encontraba en la categoría óptima, nivel 4 en la que los estudiantes usan conceptos, teorías o leyes en la solución de situaciones problema que involucran procedimientos, habilidades, conocimientos y un lenguaje propio de las ciencias naturales (ICFES, 2022). Esto resalta la urgente necesidad de fortalecer las competencias científicas mediante estrategias de enseñanza que fomenten el razonamiento crítico y la aplicación efectiva del conocimiento adquirido para resolver problemas.

Las instituciones educativas de Colombia no han sido ajenas a esta realidad, un ejemplo de ello es el caso de un centro educativo ubicado en el casco urbano de Bucaramanga, donde las pruebas SABER 2016 desmejoraron en relación con los resultados obtenidos por los estudiantes en comparación con los resultados del año 2014 (Barajas & Ortiz, 2018). En situación similar se encontraba el Colegio Diocesano de la ciudad de Montería en el departamento de Córdoba, donde también las pruebas externas reflejaron el poco desarrollo de las competencias científicas (Aguado & Campo, 2018). Este escenario lo viven otras instituciones en diferentes zonas del país, incluidas las ubicadas en zonas rurales como ocurre en la Institución Educativa Rural La Cruzada del municipio de Remedios (Antioquia), donde se halló, en los resultados de las pruebas Saber 11° aplicadas en el año 2021 a 87 estudiantes, que 48 de los evaluados obtuvieron un desempeño de nivel 1; 37 en el nivel 2 y 2 en el nivel 3 (ICFES, 2022). De esta manera, se hace evidente que la dificultad en el desarrollo de las competencias científicas del alumnado es una realidad a nivel nacional independiente de la zona geografía donde se ubique la institución educativa.

La I. E. R. La Cruzada atiende a una población de aproximadamente 1.600 estudiantes en las sedes principales en el corregimiento de La Cruzada. Los resultados de las pruebas Saber 11° descritos anteriormente, muestran que los aprendizajes de los estudiantes en el área de ciencias naturales no han trascendido de la mecanización de contenidos y conceptos científicos sin

encontrar una aplicación directa en un contexto real dado. Uno de los factores que ha forjado esta realidad ha sido la falta de generación de espacios de enseñanza que lleven a los estudiantes, no solo a aprender conceptos sino también a encontrar su aplicabilidad en la solución de problemas y situaciones que se le presentan día a día. Por otro lado, los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias se han basado en una enseñanza tradicional donde el aprendizaje memorístico y el contenido de los libros de texto son los que han tenido mayor importancia, tomándose así el conocimiento del profesor como verdades incuestionables (Torres, 2010). De esta manera, el fin último de este tipo de formación es la memorización de ejes temáticos y la educación por competencias está solo relegada al papel en los planes de estudio.

La educación por competencias tiene como objetivo “formar personas responsables de sus actuaciones, críticas y reflexivas, capaces de valorar las ciencias, a partir del desarrollo de un pensamiento holístico en interacción con un contexto complejo y cambiante” (Aguado & Campo, 2018, p. 69). La falta del fortalecimiento de las competencias científicas en las personas conlleva a bajos desempeños en el campo productivo, a la baja comprensión de los problemas del contexto y de sus posibles soluciones a partir de la generación de conocimiento (Hernández, 2005). Por su parte, la apropiación de las competencias posibilita, en palabras de Aguado y Campo (2018), la “interacción de los ciudadanos de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos” (p. 69). Por tanto, el desarrollo de competencias científicas se hace necesario en tanto que posibilitan el actuar de manera eficaz frente a las problemáticas que se generen en el contexto dado en la búsqueda de sus soluciones.

Algunas investigaciones en el campo del desarrollo de competencias científicas en estudiantes han sido direccionadas en identificar las prácticas de enseñanza más privilegiadas en

la educación en ciencias y han encontrado que la metodología predominante es el modelo tradicional (Castro & Ramírez, 2012). Además, el trabajo en equipo y las competencias de identificar, indagar, comunicar y explicar han sido potenciadas a través de unidades didácticas sobre conceptos científicos (Coronado & Arteta, 2015; Hoyos & Osorio, 2018). Por otro lado, autores como Aguado y Campo (2018) y Barajas y Ortiz (2018), coinciden en que la metodología de aprendizaje basado en problemas es una alternativa eficaz para desarrollar las competencias en los estudiantes. Estos avances muestran la necesidad de utilizar ambientes reales de aprendizajes, como las huertas escolares, en los que se logre integrar las habilidades y conocimientos propios de las ciencias con el fin de desarrollar las competencias científicas en el alumnado.

De acuerdo con lo anterior, se plantea como pregunta de investigación ¿cómo se fortalecen las competencias científicas en los estudiantes de educación básica secundaria a través de una experiencia de aprendizaje orientada a la producción de biofertilizantes?

## JUSTIFICACIÓN

En los documentos del Ministerio de Educación Nacional se propone una visión de la educación basada en competencias. Sin embargo, es considerable la cantidad de instituciones educativas que lideran procesos de enseñanza y aprendizaje alejados de los lineamientos oficiales, donde la enseñanza de la ciencia sigue siendo un conocimiento verbal en la que el profesor explica y el alumno solo se limita a escuchar y copiar (Pozo & Gómez, 2006, citado por Barajas & Ortiz, 2018). Por esta razón, la presente investigación contribuye en el campo de la educación, al sumar esfuerzos que permitan seguir avanzando en la apropiación de un modelo adecuado de enseñanza de las ciencias que busque el desarrollo de competencias científicas.

Por otro lado, la enseñanza de las ciencias naturales no ha dado los resultados esperados en término de apropiación del conocimiento científico y su aplicabilidad en la búsqueda de soluciones a problemas de los contextos sociales. De ahí que, potencializar las habilidades y saberes científicos desde la edad escolar a los futuros ciudadanos, posibilitará la incidencia de ellos en la sociedad desde una postura crítica y reflexiva. Por esta razón, los espacios de formación en ambientes de aprendizajes reales, proporciona una oportunidad adecuada para realizar procesos de apropiación del conocimiento científico a través de múltiples actividades propias de la labor científica.

Las huertas escolares son un ambiente de aprendizaje real en el que el alumnado puede explorar diversos saberes y habilidades, también pueden tener trascendencia hacia la cotidianidad del hogar, pudiéndose instaurar esta práctica en las comunidades. Con ello, se contribuye al alcance del segundo objetivo del desarrollo sostenible (ODS) de La Organización de las Naciones Unidas, en el cual se plantea la necesidad de garantizar la seguridad alimentaria de las poblaciones más pobres y hacer un uso más eficiente de la tierra a través de las producciones agrícolas en pequeña

---

escala. De igual manera, se aporta a cumplimiento de los ODS 4, 11 y 13; los cuales se refieren a educación de calidad, ciudades y comunidades sostenibles y acción por el clima al integrar la biotecnología en la escuela con el procesamiento de residuos agrícolas, respectivamente (Naciones Unidas, 2018). La cual se puede lograr al llevar a los estudiantes a reconocer los procedimientos adecuados para la producción de biofertilizantes y que este conocimiento les sirva para aplicarlo en sus vidas futuras en el cultivo de alimentos.

La producción de los biofertilizantes a través del compostaje sirve como eje para articular diversos contenidos propios de las ciencias naturales. De ahí la importancia de incluirla como variable principal en la presente propuesta de investigación, debido a que los procesos de enseñanza y aprendizaje pueden girar en torno a la elaboración de un producto específico en el que, a través de espacios y ambientes no convencionales, ayuden a configurar los procesos formativos y a desarrollar las competencias científicas en los estudiantes de básica secundaria de la Institución Educativa Rural La Cruzada. Además, en la presente propuesta se propicia la generación de aprendizajes alrededor del crecimiento de las plantas, características de microorganismos presentes en el suelo, nutrientes de la tierra, factores ambientales para el cultivo de las plantas, función de los biofertilizantes, la fermentación anaerobia y la formación de la biomasa. Adicional a ello, a través la metodología planteada se puede aplicar habilidades como la observación, el trabajo en equipo, la medición de variables, la elaboración de preguntas y el diseño de métodos de experimentación, entre otros.

Adicionalmente, esta investigación contribuye a mejorar de la calidad de la educación, que ha sido uno de los aspectos de especial importancia para el Ministerio de Educación Nacional, apuntando a la mejora continua en los resultados de los estudiantes, especialmente en las pruebas Saber 11°. Contribuyendo, además, de una u otra manera a que los alumnos ingresen a la educación



superior con unas competencias adecuadas que permitan disminuir los índices de deserción universitarias, aumentar los niveles de calidad de vida de las familias colombianas y por ende al progreso del país.

Finalmente, llevar a cabo esta investigación en un contexto escolar, permitirá que el alumnado desarrolle las competencias científicas propias del grado que cursa de acuerdo con lo planteado en los Estándares Básicos de Competencia y lo Derechos Básicos de Aprendizaje, y así lograr apropiarse del conocimiento generado en la cultura científica con miras en incidir positivamente en la transformación de su entorno.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Fortalecer competencias científicas en los estudiantes de educación básica secundaria a través de una propuesta curricular orientada a la producción de biofertilizantes en una huerta escolar.

### Objetivos específicos

1. Realizar una identificación de las competencias científicas propuestas en los Derechos Básicos de Aprendizaje, los Estándares Básicos de Competencias, la malla curricular de Ciencias Naturales y los resultados de las pruebas Saber.
2. Aplicar una experiencia de aprendizaje para el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes de educación básica secundaria a través de la producción de biofertilizantes en la huerta escolar.
3. Evaluar el nivel desarrollo de las competencias científicas de los estudiantes en la experiencia de aprendizaje diseñada.

---

## MARCO REFERENCIAL

### MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL

En la elaboración de la presente propuesta, que busca fortalecer las competencias científicas en los estudiantes de básica secundaria a partir de la producción de biofertilizantes, es necesario reconocer las principales teorías y conceptos que dan sustento a la investigación. Por tanto, se abordan los términos articuladores del ejercicio investigativo como son las competencias científicas, los lineamientos para la elaboración de propuestas curriculares o experiencias de aprendizaje, fertilizantes a partir de materia orgánica, biofertilizantes, fertilizantes orgánicos y compost, producción de biofertilizantes, características de las levaduras, de las cáscaras de papa, plátano y de la planta de frijol Lima.

#### **Competencias científicas**

Los espacios de formación en ciencias deben propender por desarrollar en el alumnado las habilidades y actitudes necesarias para aplicar, de manera adecuada, el conocimiento en diferentes contextos y/o problemáticas sociales. Esto configura las competencias científicas que son definidas por Coronado y Arteta (2015), citando a Hernández et al. (2010), como “un conjunto de conocimientos, capacidades y actitudes que permiten actuar e interactuar significativamente en contextos” (p.134). Además, mencionan, citando a Hernández et al. (2010), las competencias científicas posibilitan “producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos.” (p.21). No obstante, en los procesos de enseñanza y aprendizajes de la ciencia, es importante llevar al estudiante a entender el lenguaje propio de la ciencia y realizar acciones de manera colaborativa en los espacios propiciados por los docentes.

Por su parte, Chona y otros (2006), inserta elementos más profundos en relación con las competencias científicas, los cuales giran en torno al reconocimiento de “un lenguaje científico, el desarrollo de habilidades de carácter experimental, organizar la información y trabajar en equipo, entre otros desempeños” (p. 66). Sin embargo, es importante identificar las intencionalidades que se tienen en el aula cuando se busca desarrollar en los estudiantes las competencias científicas, así como lo expresa Quintanilla (2006, p. 21) citado por Coronado y Arteta (2015), “debemos comprender las competencias científicas como una habilidad para lograr adecuadamente una tarea con ciertas finalidades, conocimientos, habilidades y motivaciones que son requisitos para una acción eficaz en el aula [...]”. Desde este punto de vista, se hace necesario que los docentes reflexionen sobre su quehacer pedagógico y promuevan en el aula la promoción de una educación científica descentralizada de metodologías de aprendizaje memorístico y, por el contrario, potencialicen las habilidades científicas.

A nivel nacional, el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior determinó las competencias científicas que se deben promover en las clases de ciencias en el país y que son puestas a prueba a través de los instrumentos de evaluación en las instituciones educativas del país, (ICFES, 2020), las cuales son:

1. Identificar. Capacidad para reconocer y diferenciar fenómenos, representaciones y preguntas pertinentes sobre estos fenómenos.
2. Indagar. Capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados y para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas.

3. Explicar. Capacidad para construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos.
4. Comunicar. Capacidad para escuchar, plantear puntos de vista y compartir conocimiento.
5. Trabajar en equipo. Capacidad para interactuar productivamente asumiendo compromisos.
6. Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento.
7. Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y para asumirla responsablemente.

Estas competencias permiten dotar al alumnado de instrumentos, conocimientos, habilidades y actitudes que le ayudaran, a futuro, a participar activamente en los desafíos de la sociedad y poder tomar decisiones acertadas para incidir de manera positiva en la transformación social. Además, le posibilita mayor competitividad en el mundo académico, laboral y globalizado del siglo actual.

De las siete competencias que plantea el MEN, el ICFES solo toma tres de ellas para su evaluación a partir de las pruebas estandarizadas que aplica a los diferentes grados de la educación inicial en Colombia. Dichas competencias científicas son la indagación, la explicación de fenómenos naturales y el uso del conocimiento. Solo estas tres son de objeto de valoración debido a su facilidad para ser evidenciadas por medio de una prueba escrita (ICFES, 2007).

**Indagación**

La competencia científica indagación es definida por el (ICFES, 2023) como:

La capacidad para comprender que, a partir de la investigación científica, se construyen explicaciones sobre el mundo natural. Además, involucra los procedimientos o metodologías que se aplican para generar más preguntas o intentar dar respuestas a estas. El proceso de indagación en ciencias incluye, entre otras cosas, observar detenidamente la situación planteada, formular preguntas, recurrir a libros u otras fuentes de información, hacer predicciones, plantear experimentos, identificar variables, realizar mediciones y organizar y analizar datos (p. 63).

Por su parte, Acosta et al. (2016) citando a Camacho et al. (2008) manifiestan que la indagación puede ser concebida como la habilidad para formular preguntas, una destreza que surge de las necesidades inherentes al ser humano y que actúa como un medio o herramienta para comprender y captar el objeto de estudio. Al respecto, Parra (2020), sostiene que el progreso en la habilidad de indagar en ciencias implica examinar minuciosamente la situación, generar interrogantes, buscar conexiones de causa y efecto, deducir conclusiones, diseñar experimentos, reconocer variables, así como estructurar y evaluar los resultados obtenidos. Y para lograr este propósito es necesario que en los procesos de enseñanza los docentes sean promotores de situaciones problemas donde los estudiantes tomen el rol de investigadores siguiendo los parámetros establecidos del método científico (Méndez et al. 2023). Finalmente, integrar propuestas didácticas y formativas donde la indagación sea el eje articulador de dichas prácticas hace posible que el estudiante desempeñe un papel activo en su proceso de aprendizaje y se le brinde la oportunidad para desarrollar sus capacidades de pensamiento, ampliar su comprensión conceptual e integrar la información de manera sistemática, lo que probablemente resultará en un

aprendizaje significativo y en la promoción de la adquisición del pensamiento científico (Bogotá, 2017).

Para efectos de la presente propuesta de investigación tomamos como referente conceptual sobre la competencia científica de indagación, aquella dada por el ICFES (2023), complementada por lo planteado por Acosta et al. (2016), debido a su carácter integrados de las habilidades y características que configuran la competencia. Además, porque se adhiere a los objetivos planteados y a los fines alcanzados en la implementación de la propuesta curricular.

### **Uso comprensivo del conocimiento**

La competencia científica del uso comprensivo del conocimiento se entiende como “la capacidad de comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la solución de problemas, y de establecer relaciones entre conceptos y conocimientos adquiridos y fenómenos que se observan con frecuencia” (ICFES, 2023, p. 52). Por su parte, Henao y Romaña (2019), definen esta competencia como a destreza de entender y aplicar conceptos, ideas y teorías científicas para resolver problemas y conectar información sobre fenómenos cotidianos. Además, esta habilidad científica les posibilita a los estudiantes establecer vínculos entre los conceptos y destacar la importancia de reconocer y aplicar lo aprendido en situaciones específicas (Arrieta & López, 2021).

Es claro que cuando los estudiantes se acercan al ámbito científico, adquieren herramientas que les permiten comprender su entorno más allá de lo cotidiano o de las teorías alternativas, y las aplican de manera colaborativa y constructiva en su vida personal y en la comunidad (Pérez et al. 2018). Por tanto, es indispensable abordar la competencia de uso comprensivo del conocimiento en los espacios formativo con el fin de brindar las herramientas necesarias para afrontar los

desafíos de la vida real y poder incidir en ella de manera argumentada y fundamentada en el conocimiento científico.

En la presente investigación se adopta como referente principal de la competencia de uso comprensivo del conocimiento científico, la dada por el ICFES en el año 2023, debido a su actualización y autoridad competente en la evaluación de dicha competencia en los estudiantes de todo el país. Además, se toman los postulados proporcionados por Henao y Romaña (2019), gracias a que durante la experiencia de aprendizaje se generan espacios que contribuyen al dominio de conceptos y términos científicos que posibilitan la comprensión ecuaníme sobre los fenómenos abordados.

### **Explicación de fenómenos naturales**

La competencia científica de explicación de fenómenos naturales es entendida como “la capacidad de construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de fenómenos, así como de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionados con un fenómeno o problema científico” (ICFES, 2023, p. 49). En esta competencia “se trata esencialmente de desarrollar la capacidad de comprender el sentido y significado de conceptos usuales en las ciencias naturales, que les son útiles para luego potenciar procesos de indagación y explicación de fenómenos” (Barrios & Lozano, 2018, p. 43). Esto sucede cuando los estudiantes, después de identificar las características principales de un fenómeno natural, proceden a conectar esas características con conceptos establecidos en las teorías científicas, permitiendo así establecer conexiones entre ellas (Rico et al. 2021).

Por su parte, Blanco-Anaya y Díaz (2017) citando a Braaten y Windschitl (2011), manifiestan que existen tres niveles de explicar fenómenos naturales, los cuales son:



a) aclarar un significado o un razonamiento, pues es frecuente pedir a los estudiantes que expliquen sus razonamientos o indicar a qué se refieren con un término en particular; b) identificar mecanismos causales, es decir, identificar las causas que podrían haber dado origen al fenómeno a explicar; y c) justificar la explicación aportando pruebas, lo que muestra que la explicación científica y la argumentación están interconectadas epistémicamente (p. 506).

El desarrollo de las competencias científicas se logra a través de la implementación de estrategias de interacción con el entorno que capacitan al estudiante para poner en práctica lo aprendido, estimulando su curiosidad e incentivándolo a investigar para ampliar su comprensión y dar significado al estudio de las Ciencias Naturales (Pérez et al. 2018). Desde esta perspectiva, en la presente investigación se privilegia el uso de actividades integradoras en situaciones reales que lleven al alumnado a desarrollar las diferentes habilidades y aptitudes propias de la competencia de explicación de fenómenos naturales. Para ello, se tendrán como referentes principales lo planteado por el ICFES (2023) y Lozano y Barrios (2018) sobre la competencia en cuestión.

### **Lineamientos para la elaboración de una propuesta curricular**

Las propuestas curriculares que se realizan al interior de las instituciones educativas responden a las exigencias que desde el mismo currículo se expresan, y es que la planeación estratégica de contenidos y saberes son inherente a las prácticas formativas. Sin embargo, en la mayoría de las instituciones educativas se plantean propuestas o diseños curriculares innovadores y elaborados, pero que no son llevados a la práctica en los procesos de enseñanza-aprendizaje, debido a que no se reconocen las características y factores asociados al contexto donde se llevan a

cabo. Por tanto, se hace necesario “establecer un diseño curricular atendiendo a características reales, [que] permita tener mayores oportunidades para alcanzar los objetivos educativos que se propongan” (Perilla, 2018, p. 332). En este sentido, las propuestas curriculares establecen los aspectos organizativos y metodológicos que direccionan los contenidos y los objetivos propuestos al situarlos en un contexto real de aprendizaje.

En Colombia existen algunos referentes que orientan la elaboración de propuestas curriculares entre los que se pueden citar los Estándares Básicos de Competencias y los Derechos Básicos de Aprendizaje. Estos referentes de calidad tienen la función de guiar los procesos de creación y actualización de las actividades y acciones formativas que se realizan en el marco de las propuestas curriculares. Además, tiene el objetivo de indicar las competencias que los estudiantes deben fortalecer en cada una de las áreas del conocimiento y en cada grado de escolaridad.

### **Estándares Básicos de Competencias.**

Los Estándares Básicos de Competencia (EBC) son “criterios claros y públicos que permiten conocer lo que deben aprender nuestros niños, niñas y jóvenes, y establecen el punto de referencia de lo que están en capacidad de saber y saber hacer, en cada una de las áreas y niveles” (MEN, 2004). En este documento se establecen las competencias y los estándares que se deben desarrollar en la educación primaria, secundaria y media, así como las acciones de pensamiento que se deben llevar a cabo para alcanzar los estándares propuestos para cada ciclo educativo (figura 1).

**Figura 1.** Estructura de los Estándares Básicos de Competencia en Ciencias Naturales.



*Nota.* Adaptado de Estándares Básicos de Competencia en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales (p. 20), por MEN, 2004.

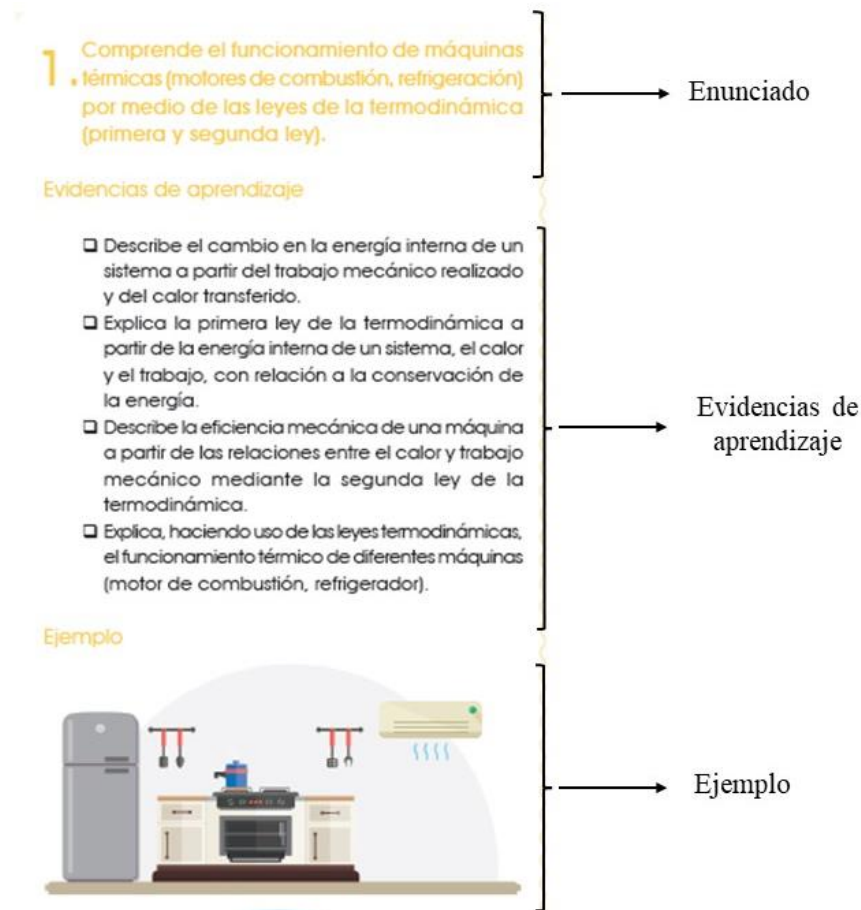
Las competencias científicas que se deben desarrollar en los estudiantes se encuentran transversalizadas en las acciones de pensamiento y producción concreta que llevan a alcanzar el estándar general propuesto para el conjunto de grado. De ahí la importancia de este referente a la hora de diseñar propuestas curriculares a implementar en las instituciones educativas.

Los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) de ciencias naturales como herramienta curricular, orientan los procesos de formación científica en la escuela. En ellos se determinan los tipos de conocimientos y habilidades que se deben desarrollar para cada nivel de grados a través de la estructuración del conocimiento científico escolar en contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales (Cárdenas & Martínez, 2021). Es decir, los DBA “plantan elementos para construir rutas de enseñanza que promueven la consecución de aprendizajes año a año para que, como resultado de un proceso, los estudiantes alcancen los EBC propuestos por cada grupo de

grados” (MEN, 2016, p. 6). Además, los DBA están integrados con los Lineamientos Curriculares y los Estándares Básicos de Competencia emitidos por el MEN, lo que permite una articulación y coherencia con los objetivos y estrategias que se proponen desde los referentes curriculares del sistema educativo colombiano.

### **Derechos básicos de aprendizaje**

Los DBA están constituidos por una serie de conocimientos y habilidades a desarrollar en un cada grado, lo que permite su movilización de un grado al otro de acuerdo con las necesidades y particularidades de los contextos y los procesos de aprendizaje del alumnado. De este modo, “los DBA son una estrategia para promover la flexibilidad curricular puesto que definen aprendizajes amplios que requieren de procesos a lo largo del año y no son alcanzables con una o unas actividades” (MEN, 2016, p. 6). Para esto, el documento de los DBA para Ciencias Naturales está estructurado con un enunciado, que referencia el aprendizaje estructurante para el área; con las evidencias de aprendizaje, que expresan indicios claves que muestran a los maestros si se está alcanzando el aprendizaje expresado en el enunciado; y con un ejemplo, que concreta y complementa las evidencias de aprendizajes (ver figura 2).

**Figura 2.** Estructura de los Derechos Básicos de Aprendizajes de Ciencias Naturales.

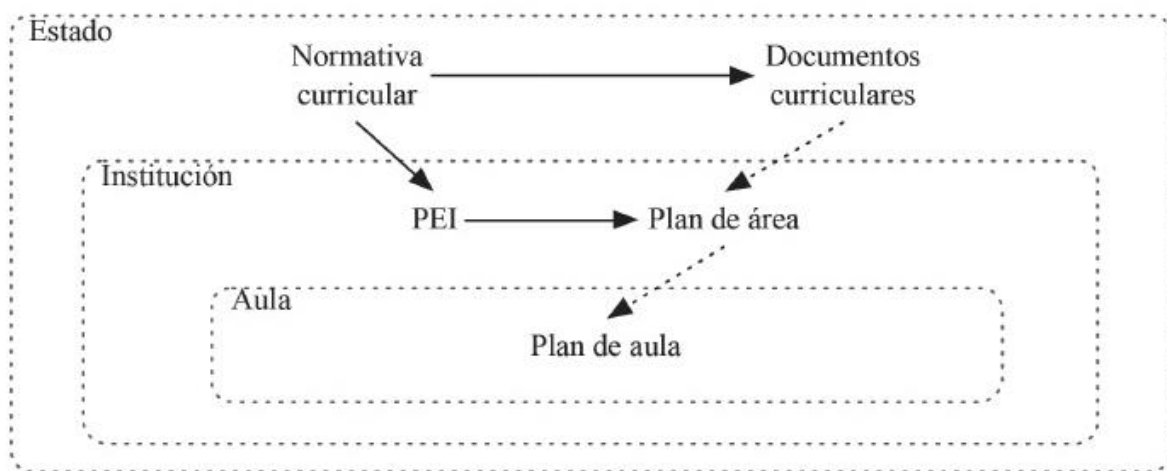
*Nota.* Adaptado de Derechos Básicos de Aprendizaje (p. 27), por MEN (2016).

Los DBA y los Estándares Básicos de Competencia son referentes de calidad que se ponen a disposición para el diseño de los procesos de enseñanza y aprendizaje en los contextos educativos del país. Los cuales son materializados en los planes de estudio y planes de áreas en las instituciones educativas. Por tanto, es imprescindible reconocer los fines formativos que delimitan los referentes de calidad del MEN y ponerlos en práctica a través de los planes de estudio que apunten al fortalecimiento de las competencias en el alumnado.

### Planes de área

Los planes de área deben responder a las exigencias y referentes que se proponen desde los planes de estudio de las instituciones educativas, quienes a su vez deben estar estrechamente relacionados con los referentes de calidad y con el Proyecto Educativo Institucional (figura 3). Por tanto, “el plan de área se convierte en la hoja de ruta que guía la implementación del currículo [...] al interior de las instituciones educativas colombianas” (Solano et al. 2018, p. 2). De esta manera, en los diseños curriculares y planes de aula plasman tanto la filosofía institucional como los fines de la educación establecidos por el Estado.

**Figura 3.** *De la normativa al plan de aula*



*Nota.* Tomado de Gómez et al., 2014.

Desde que se dio apertura a la educación por competencias en el sistema educativo colombiano a través del documento de los Estándares Básicos de Competencia en cada de las áreas obligatorias en el 2004, las instituciones educativas han tenido que reestructurar sus planes de estudio y planes de área, dejando atrás la educación por logros y establecer las competencias a alcanzar en cada grado. De ahí la necesidad que en los planes de estudio “se definan varias

competencias para cada asignatura, que se precise si son cognitivas, de destrezas o actitudinales; también se establece que se determinen las evidencias de su logro, así como los criterios de desempeño” (Día-Barriga, 2014, p. 143). Por tanto, los planes de área, para el momento actual de la educación en Colombia, deben de estar diseñados en términos de desarrollo de competencias.

A la hora de diseñar los planes de área, bajo un enfoque de competencias, es necesario tener claro las implicaciones que demanda el educar para el desarrollo de competencias en los estudiantes. Puesto que esta perspectiva se inscribe en la filosofía de educar en la vida y para la vida bajo el modelo de la escuela activa. Por tanto, los diseños curriculares y las actividades que se propongan en los procesos de enseñanza y aprendizaje deben contar con un aspecto de aplicación donde los saberes y conocimientos sean puestos en práctica en problemas y contextos reales. Debido a que “no hay desarrollo de competencias donde no hay saberes básicos, [los cuales deben] guardar relación con la resolución de situaciones inéditas y que permiten resolver situaciones vinculadas con el saber hacer” (Día-Barriga, 2014, p. 151). Es decir, “las competencias poseen un diseño teórico cognitivo-conductual conforme al cual el conocimiento adquirido con habilidades de pensamiento específicas se pone en juego en la resolución de problemas” (Frade, 2008, p.14, citado por Díaz-Barriga, 2014, p. 146). Por tanto, en la formulación de las competencias en los planes de área se debe insertar en ellos el saber y el saber hacer.

En los diferentes planes de área se deben formular las competencias que se deseen desarrollar o fortalecer en las diferentes asignaturas. Para ello, se han propuestos algunas ideas o modelos que posibilitan la redacción de dichas competencias, uno de ellos es el citado por Díaz-Barriga (2014), en el que establece lo siguiente:

**Tabla 1.** *Guía institucional para redactar programas por competencias.*

1. Capacidad	2. Finalidad	3. Ámbito	4. Requerimientos	5. Condiciones
<b>Verbo en infinitivo + objeto, logro productivo.</b>	Intención	Lugar, área, nivel, medios, población	Conocimientos, habilidades, destrezas	Situaciones, procedimientos, índices, normas, parámetros, actitudes, valores.
<b>¿Qué?</b>	¿Para qué?	¿Dónde?	¿Qué necesita?	¿Cómo?

*Nota.* Tomado de Díaz-Barriga, 2014, p.146.

El modelo anterior, deja entrever que en la formulación de las competencias en los planes de estudio o en los planes de área llevan consigo el saber y el saber hacer, componentes indispensables en la educación por competencias. De esta manera,

El enfoque de competencias consiste en proponer que el programa exprese, mediante determinados verbos, competencias-conocimiento, competencias-habilidades y competencias-actitudes, para luego establecer las evidencias de desempeño, indicando el grado de ejecución que se espera de las mismas y, posteriormente, hacer un apartado muy genérico de actividades de aprendizaje que se reducen a términos como realizar una exposición, una lectura, o una discusión grupal. (Díaz-Barriga, 2014, p. 147)

Sin embargo, con el documento de los EBC propuestos por el MEN en el año 2004, se estableció que las competencias a desarrollar en los procesos de enseñanza y aprendizaje deben contar, no solo con el saber y saber hacer, sino que también se incluye el ser. Es así como estos tres componentes hacen parte estructural de las competencias, los cuales deben ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar planes y programas de estudio.



En definitiva, para llevar a cabo una educación basada en el enfoque de las competencias, es necesario ceñirse a los referentes de calidad del Ministerio de Educación Nacional y establecer planes y programas educativos de manera que se logren dichas competencias a través de la adecuada formulación y de la ejecución de actividades pertinentes que lleven consigo los componentes del ser, saber y el saber hacer.

### **Fertilizantes a partir de materia orgánica**

El problema del cambio climático se ha convertido en una amenaza para la humanidad y el resto de los seres vivos, razón por la cual en los últimos años se ha despertado el interés por buscar formas de disminuir el consumo de combustibles fósiles y de aprovechar los residuos orgánicos que comúnmente son desechados en varios escenarios. Una de las formas del aprovechamiento de los residuos orgánicos está dada en la producción de energías renovables como el biogás, el cual tiene como ventaja que no depende de las condiciones climáticas, lo que favorece su producción como lo manifiesta Dahunsi et al. (2021) “De estas energías renovables se encuentra el biogás que no depende en gran medida de las condiciones climáticas volátiles a diferencia de otras, como la energía eólica y solar” (p.1). En la producción de este combustible se utiliza la digestión anaerobia (AD) el cual es un proceso biológico que se da sin presencia de oxígeno con la utilización de microorganismos y donde se obtiene una sustancia llamada digestato, que tiene la capacidad de mejorar los nutrientes del suelo y aumentar la carga de microorganismos benéficos en el mismo. Por esto, se han venido implementando en el sector agrícola, reemplazando el uso de fertilizantes inorgánicos (Dahunsi et al. 2021).

Otra de las formas de aprovechamiento de los residuos orgánicos es la producción de biofertilizantes y fertilizantes orgánicos. Los biofertilizantes “contiene microbios promotores del

crecimiento vegetal (PGPM), que son microorganismos del suelo capaces de colonizar las raíces de las plantas y proporcionar beneficios a sus huéspedes” (Baldi et al. 2021, p. 1). Por su parte los fertilizantes orgánicos incluyen: compost, vermicompost, sustancias húmicas, biocarbón y estiércol agrícola, sustancias que contribuyen al mejoramiento de los cultivos (Abobatta & El-Azazy, 2020).

### **Biofertilizantes**

Los biofertilizantes se clasifican en cuatro grupos: los fijadores de nitrógeno, los solubilizadores de fósforo, para micronutrientes y los rizobacterias (Abobatta & El-Azazy, 2020). Además, estos autores advierten que, en los biofertilizantes fijadores de nitrógeno, se utilizan microorganismos como *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Rhizobium* y *Frankia*, que fijan el nitrógeno atmosférico y lo transforman en compuestos nitrogenados orgánicos, cuya función es mejorar la división celular y el aumento de tamaño de las células por medio de la liberación de hormonas de crecimiento, evidenciándose esto en un mejor rendimiento y calidad de la fruta. También, mencionan que existen otros microorganismos que contribuyen al crecimiento vegetal y son conocidos como PGPM como lo plantea Baldi et al. (2021), entre los que se pueden encontrar varios hongos y bacterias como *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Clostridium*, *Trichoderma*, *Beauveria*, *Serratia* y *Streptomyces*.

En cuanto a los biofertilizantes solubilizadores de fósforo, se emplean microorganismos solubilizadores de fosfato (PSM) que son de acuerdo con Kalayu (2019):

Un grupo de microorganismos beneficiosos capaces de hidrolizar compuestos de fósforo orgánicos e inorgánicos a partir de compuestos insolubles. Entre estos PSM, se destacan

las cepas de géneros bacterianos (*Bacillus*, *Pseudomonas* y *Rhizobium*), géneros fúngicos (*Penicillium* y *Aspergillus*), actinomicetos y micorrizas arbusculares (AM). (p. 2)

Es importante resaltar que el fósforo juega un papel importante en la nutrición de la planta, lo mismo que el nitrógeno, interviniendo en los principales procesos metabólicos como la fotosíntesis, la transferencia de energía, la transducción de señales, la biosíntesis macromolecular y la respiración (Sharma et al. 2013).

Los biofertilizantes para micronutrientes permiten la absorción de minerales en forma soluble. Esto lo hace a través de los hongos micorrízicos arbusculares, especialmente los ectomicorrizas que movilizan (pérdida soluble + absorción por la planta) P, K, Ca, Si y Mg del sustrato mineral sólido a través del sustrato orgánico inaccesible (Davi et al. 2022, p. 1262). Por ejemplo, para la absorción de fósforo, las plantas cuentan con la ayuda de microorganismos del suelo capaces de movilizar este micronutriente, a través de una disolución de los minerales que contiene fósforo haciendo que el suelo cambie su pH acidificándose o liberando quelantes metálicos ligandos (Wang et al. 2021). De esta manera, se evidencia que la simbiosis de la planta con los microorganismos, por medio de sus procesos metabólicos, facilitan la nutrición de la planta mejorando la calidad del suelo y la accesibilidad a los elementos que favorecen su buen desarrollo y calidad.

Por su parte, los biofertilizantes con PGPR (Rizobacterias Promotoras de Crecimiento Vegetal) como bacterias, hongos, actinomicetos, protozoos y algas, colonizan la raíz de la planta mejorando su crecimiento, gracias a la carga microbiana existente en la rizosfera (entorno del suelo donde la raíz de la planta está disponible) que provoca una reserva de nutrientes donde la planta puede extraer los macro y micronutrientes esenciales (Vejan et al. 2016). Es así, como podemos identificar que en el suelo existen los recursos necesarios para el desarrollo y crecimiento de las

plantas y de no ser así, estos se pueden potencializar con el uso de microorganismos que potencian la fijación y disposición de elementos necesarios.

Cabe resaltar que las cascaras de frutas están entre los desechos orgánicos más aprovechados para la producción de biofertilizantes y fertilizantes, teniendo en cuenta que estas tienen propiedades y elementos que favorecen los nutrientes del suelo bajo la acción de algunos microorganismos. Por tanto, los biofertilizantes orgánicos traen consigo diversas ventajas, tal como lo afirman Abobatta & El-Azazy (2020):

Hay numerosos efectos beneficiosos de los fertilizantes orgánicos y biofertilizantes que incluyen el aumento de la disponibilidad de nutrientes en los suelos, aumentar la productividad de los árboles, mejorar la calidad de la fruta, mejorar las propiedades del suelo, estimular la población de microflora en la rizosfera, reducir los efectos nocivos de los organismos patógenos y mejorar la tolerancia de las plantas al estrés bióticos y abióticos. (p. 13)

Además, las cascaras de frutas se generan en una cantidad considerable que en algunos casos sirve para el alimento de animales y en otros, simplemente son desechados, ya que son alimentos ampliamente procesados, generando así una carga más para el medio ambiente y convirtiéndose en un riesgo ecológico (Suri et al. 2022); porque así sea material orgánico, su proceso de su descomposición requiere un gasto energético en los ecosistemas. También, el autor menciona, que cuando se trata de residuos cítricos con un alto contenido de agua, estos se descomponen rápida y fácilmente, pero contribuyen a la aparición de microbios, moscas, moho y producen mico toxinas, lo que no solo afecta el espacio donde se encuentran sino la salud de personas y animales.

## Fertilizantes orgánicos

Al hablar de fertilizantes orgánicos encontramos varios productos: compost, vermicompost, estiércol de granja, biocarbón y sustancias húmicas, como se mencionó anteriormente. Estos contribuyen a la producción de alimentos libres de agentes químicos que deterioran la salud humana y permiten el desarrollo de prácticas agrícolas amigables con el ambiente (Pôrto et al. 2008). Debido a que son una “fuente microbiana para el suelo, necesarios en la nutrición de plantas, se obtienen de degradación y mineralización de materiales orgánicos, estiércoles de diferentes animales, desechos de la cocina, residuos de cosechas, etc.” (Jiménez et al. 2019, p. 55). Existen varios tipos de fertilizantes orgánicos, según Abobatta et al. (2020), los cuales se relacionan en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** *Tipos de fertilizantes orgánicos.*

Tipo de fertilizante orgánico	Descripción
<b>Compost</b>	<p>Conserva los nutrientes en los desechos naturales y devuelve los macro y micronutrientes al suelo.</p> <p>En huertos de cítricos se ha confirmado que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora el crecimiento de los árboles y aumenta la productividad.</li> <li>• Mejora el rendimiento y la calidad de la fruta.</li> <li>• Mejora la materia orgánica del suelo y la biomasa de raíces en árboles.</li> <li>• Mejorar los beneficios económicos para los citricultores. Además, produce subproductos como humus, ácidos húmicos y fúlvicos estables.</li> </ul>

---

**Vermicompost**

Está hecho de partículas finamente divididas que contiene numerosos nutrientes y características beneficiosas como alta porosidad, actividad microbiana, buena aireación y drenaje, aumento de la capacidad de retención de agua, notable estado de nutrientes y capacidad de amortiguación. Además, promueve microorganismos beneficiosos como hongos, bacterias y actinomicetos y les proporciona diferentes micrositios para ellos, haciendo que mejore la biodiversidad del suelo y, en consecuencia, se mejora el crecimiento de las plantas.

Entre sus beneficios están:

- Mejorar las características fisicoquímicas del suelo, como la agregación, la estabilidad, el pH, la densidad aparente y la capacidad de retención de agua.
- Estabilidad del suelo amplificada, aumento de la materia orgánica y degradación del suelo minimizada.
- Mejora las propiedades biológicas (población de microorganismos y enzimas).
- Aumentar la disponibilidad de nutrientes para las plantas
- Mejorar el crecimiento de las plantas.
- Aumentar la tolerancia de las plantas a varios tipos de estrés.

---

**Estiércol de granja**

Utilizado desde la antigüedad para la fertilización del suelo. Contiene nutrientes como nitrógeno (N) y potasio (K), calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg) y azufre (S) en diferentes proporciones.

Entre sus beneficios están:

- Mejora de las propiedades fisicoquímicas del suelo.
  - Mejora las poblaciones microbianas beneficiosas.
  - Aumenta la materia orgánica en el suelo.
-

- 
- Incrementar la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Antes de ser utilizado se debe tener en cuenta aspectos como:

- El estiércol debe agregarse al suelo en cantidades aceptables.
- Se recomienda usar estiércol después de la cosecha del cultivo durante el clima fresco.
- Es preferible esparcir el estiércol en una capa delgada sobre una gran superficie alrededor de los árboles.

---

**Biocarbón**

Es un sólido estable a base de carbono producido a partir del pirólisis de biomasa en condiciones anaeróbicas. Sus propiedades varían según las condiciones de pirólisis, el contenido de cenizas y las materias primas. El carbono en el biocarbón es más estable y después de agregarlo al suelo, permanece reservado durante largos períodos.

Entre sus beneficios esta:

- Mejora las características fisicoquímicas del suelo, en especial la fertilidad.
- Promueve el crecimiento de las plantas.
- Mejora el contenido de carbono orgánico del suelo.
- Aumenta la capacidad de retención de agua y nutrientes.
- Disminuye la contaminación del suelo.
- Aumenta la capacidad del suelo para conservar.
- Mejora la resistencia de las plantas a los patógenos.
- Reduce la emisión de gases del suelo principalmente óxido nitroso.

---

**Sustancias húmicas**

Es un compuesto que se obtiene partir de los residuos orgánicos animales y vegetales, que se consideran un componente clave del suelo

---

---

que afectan positivamente varias propiedades de la rizosfera (químicas, físicas y biológicas). Tienen numerosos efectos positivos debido a los grupos carboxilo, hidroxilo, amida y otros hidrofílicos, que funcionan como nutrientes quelantes y mejoran el intercambio catiónico del suelo, también debido a proporciones variables que modifican las propiedades del suelo como retención de agua, pH y penetración en el suelo, particularmente en suelos arcillosos pesados.

Se ha encontrado que las sustancias húmicas mejoran el crecimiento de las plantas en relación con el grosor del tallo, el volumen de la copa del árbol, área foliar y mejora la calidad de las frutas.

---

*Nota.* Adaptado de Abobatta y El-Azazy (2020).

Para el caso de la presente investigación, se centra la atención en el biofertilizante de tipo compost, debido a su facilidad para la producción a través de los materiales que son de fácil adquisición en el contexto del desarrollo de la propuesta.

### **Producción de compost**

Uno de los fertilizantes orgánicos que ha tenido mayor uso en la práctica agrícola es el compost, porque es un compuesto amigable con el ambiente que contribuye a la producción de alimentos libre de químicos que afectan la salud humana. El compost es un abono de elevada calidad obtenido de la práctica del compostaje. En este orden de ideas, no se puede confundir compost con compostaje, teniendo en cuenta que el compostaje es una técnica biológica mediante la cual se crean las condiciones necesarias para que, a partir de residuos orgánicos, los organismos descomponedores fabriquen un abono de elevada calidad (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2018). Por su parte, Roman et al. (2013) aseveran que el compostaje es una práctica “aceptada como sostenible y utilizada en todos los sistemas asociados a la agricultura



climáticamente inteligente. Ofrece un enorme potencial para todos los tamaños de fincas y sistemas agroecológicos y combina la protección del medio ambiente con una producción agrícola sostenible” (p. 16). Por lo tanto, es importante conocer la forma de llevar a cabo esta práctica agrícola y todo el proceso que se debe realizar para obtener el compost como fertilizante orgánico, incluyendo las condiciones bajo las cuales debe producir.

Para efectos de la presente propuesta de investigación se llevó a cabo la producción de dos biofertilizantes tipo compost, uno a base de cáscaras de papa Capira y el otro de plátano. Los cuales fueron elaborados a partir de la técnica del compostaje. El compost “es un abono resultado de un proceso de biodegradación de materia orgánica llevado a cabo por múltiples organismos y microorganismos descomponedores que comen, trituran y degradan las moléculas de ésta bajo condiciones aerobias” (La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, s.f., p. 6). Además, “es un abono orgánico que se obtiene a través de un proceso biológico que ocurre en condiciones aeróbicas, en presencia del oxígeno del aire” (Associació Catalana d’Enginyeria Sense Fronteres, 2018, p. 5). Para la obtención de este biofertilizante es imprescindible recurrir al proceso de compostaje, el cual consiste la conversión aeróbica de materia orgánica mediante la acción de diversos microorganismos como bacterias y hongos, por tanto, es esencial considerar los factores físicos, químicos y biológicos que afectan su metabolismo, con el fin de agilizar la descomposición de los residuos utilizados y obtener un producto final estable con una calidad biológica y química óptima (Bohórquez, 2018). Los factores o parámetros que se deben considerar durante el proceso de producción de compost, de acuerdo a la literatura científica respectiva, son la humedad, la temperatura, el oxígeno y el pH.

La humedad es uno de los parámetros que se deben monitorear durante el proceso de compostaje, debido a su relación estrecha con la supervivencia de los microorganismos a causa de

la presencia de agua como medio de transporte de nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular (FAO, 2007). La ausencia de agua obstaculiza la elaboración de compost, pero su exceso también resulta perjudicial, ya que limita la presencia del oxígeno esencial y favorece la fermentación de los materiales por microorganismos anaeróbicos (Ortiz, s.f.). Por tanto, es indispensable garantizar una humedad óptima en el compostaje que puede ser alrededor del 55%, algunos autores prefieren rangos entre 45 y 60% de agua en peso de material base. Valores de humedad bajos al 40% se detienen la actividad microbiana y el compostaje dura más del tiempo requerido. Mientras que si el contenido de agua sobrepasa el 60% se genera un ambiente de falta de oxígeno, lo que retarda el proceso de descomposición de los residuos y aumenta la emisión de malos olores, así como la formación de lixiviados que reducen la calidad nutricional del compost (FAO, 2007; Bohórquez, 2018).

Al realizar un compostaje aerobio es indispensable garantizar los niveles de óptimos de oxígeno que permiten la respiración de los microorganismos y el aire en el compost evita que el material se compacte o encharque (FAO, 2007). Puesto que una baja disponibilidad de oxígeno reduce el crecimiento del microbiota y la conversión de la materia orgánica. Además, “impide la suficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis. Se producen entonces malos olores y acidez por la presencia de compuestos como el ácido acético, ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) o metano ( $CH_4$ ) en exceso” (FAO, 2007, p. 26). Por el contrario, cuando se aumenta la aireación en el compostaje se produce una baja de la temperatura y aumenta la pérdida de humedad por evaporación. Esto hace que se deshidraten los microorganismos, deteniendo la actividad enzimática que se encarga de la descomposición de la materia orgánica (Bohórquez, 2018). Una técnica de bajo costo que se utiliza para garantizar la oxigenación del compost son los

volteos manuales que se pueden realizar de manera periódica, que además permite la homogenización de la humedad del biofertilizante y la liberación del exceso de calor.

El pH es otro de los factores asociados al proceso de compostaje que es importante tener en cuenta a la hora de elaborar un compost. Los valores de este parámetro favorecen las reacciones químicas de los microorganismos y dependen del tipo de materia orgánica que se utilice para la descomposición y transformación. Según la FAO (2007), un pH entre 6,0 a 7,5 ayudan a la actividad bacteriana, mientras que la mayor acción fúngica se da en rangos de 5,5 y 8,0. Cuando los niveles de pH están por debajo de 4,5 se pueden utilizar materiales ricos en nitrógenos con el fin de asegurar las condiciones adecuadas para el microbiota a partir la óptima relación C/N. Pero si el compost experimenta niveles superiores a 8,5 materiales secos con alto contenido de carbono como, por ejemplo, restos de poda, hojas secas o aserrín.

Otro de los factores más importantes en el proceso de producir biofertilizantes a partir del compostaje es la temperatura. Debido a que condicionan las reacciones bioquímicas de las células de los microorganismos encargados de la descomposición y transformación de la materia orgánica. El compost inicia con una temperatura ambiente que puede ser entre 20° y 35°C, sin embargo, esta va aumentando a medida que se va dando la descomposición por la acción enzimática de los microorganismos y no puede exceder los 70°C (Bohórquez, 2018; FAO, 2007). De acuerdo a los niveles de temperatura, oxigenación, humedad y pH experimentados en el compost se distinguen cuatro fases del compostaje, los cuales se detallan en la tabla 3.

**Tabla 3.** *Fases del compostaje*

Fase	Características
<b>Fase mesófila</b>	En la fase inicial, la temperatura del compost se mantiene en niveles cercanos a los del entorno. Sin embargo, debido a la actividad microbiana, esta

---

	temperatura experimenta un aumento significativo en pocos días, llegando a alcanzar los 40° o 45°C. Esta fase puede durar entre dos u ochos días.
<b>Fase termófila</b>	La temperatura aumenta hasta llegar a 70 a 80°C debido a la intensificación de la actividad microbiana. Durante este período, la mayor parte de la celulosa se descompone. Los microorganismos involucrados son principalmente termófilos. A partir de los 60°C, los hongos termófilos cesan su actividad y las reacciones de oxidación son llevadas a cabo por bacterias que forman esporas y actinomicetos. Esta fase puede durar entre 1 a 5 semanas.
<b>Fase mesófila</b>	La velocidad de descomposición y la temperatura decrecen hasta llegar a niveles próximos a la temperatura ambiente. En esta etapa, se produce la colonización por microorganismos mesófilos. Esta fase puede durar entre 2 a 5 semanas dependiendo de las condiciones y los factores.
<b>II o de enfriamiento</b>	
<b>Fase de maduración</b>	Es una fase que puede durar varios meses a temperatura ambiente, durante la cual tienen lugar reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados, resultando en la formación de ácidos húmicos y fúlvicos. Esta fase puede demorar entre 3 a 6 meses.

---

*Nota.* Tabla elaborada a partir de Bohórquez (2018) y la FAO (2007).

En la elaboración del compost es importante tener en cuenta algunas consideraciones procedimentales que garanticen la adecuada producción del biofertilizante, la cuales son:

- Selección del sitio adecuado: Escoger un lugar bien drenado y ventilado para ubicar la pila de compostaje. Debe recibir luz solar directa en ciertas horas del día.
- Recopilación de materiales: Recolectar materiales orgánicos como restos de cocina (cáscaras de frutas y verduras), restos de jardín (hojas, ramas trituradas), y desechos de establo (estiércol de herbívoros) en proporciones adecuadas para una mezcla balanceada.

- Trituración y mezcla: Triturar o cortar los materiales grandes para facilitar la descomposición. Mezcla los diferentes tipos de materiales en una proporción de carbono a nitrógeno de aproximadamente 25-30 partes de carbono por cada parte de nitrógeno.
- Construcción de la pila: Formar una pila de compost de aproximadamente 1.5 a 2 metros de altura y de anchura adecuada para una buena circulación del aire. Alternar capas de materiales verdes ricos en nitrógeno con capas de materiales marrones ricos en carbono.
- Añadir agua: Añadir agua a medida que construyes la pila para asegurar que los materiales estén húmedos, pero no empapados. La humedad es crucial para la actividad microbiana.
- Volteo regular: Voltar la pila cada 1-2 semanas para promover la aireación y mezcla de los materiales. Lo cual ayuda a mantener una temperatura uniforme y acelera el proceso de descomposición.
- Monitoreo de temperatura: Utilizar un termómetro de compostaje para monitorear la temperatura interna de la pila. La temperatura ideal está entre 50-65 °C para matar patógenos y semillas de malas hierbas.
- Ajuste de la humedad y oxigenación: Añadir agua si la pila está muy seca o agrega materiales secos si está demasiado húmeda. También se puede usar una horquilla para aflojar la pila y mejorar la oxigenación si es necesario.
- Maduración del compost: Dejar que la pila madure durante al menos 3 a 6 meses, dependiendo de la temperatura y las condiciones ambientales. Durante este tiempo, los microorganismos descompondrán los materiales y se formará el compost maduro.
- Tamizado y uso: Una vez que el compost esté listo, se puede tamizar para eliminar cualquier material no descompuesto. El compost resultante se puede usar como enmienda

del suelo para mejorar la estructura y fertilidad del suelo en jardines, huertos o campos agrícolas.

Según Bohórquez (2018), la utilización de compost en la superficie o dentro del perfil del suelo tiene un impacto beneficioso en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, ya que afecta de forma directa o indirecta las características físicas, químicas y biológicas de los suelos utilizados en la agricultura y ganadería (incluyendo la producción de pasturas). Además, el uso de biofertilizantes realizados bajo los parámetros del compostaje es importante porque ayudan a aumentar la fertilidad del suelo, incrementa la actividad microbiana y la resistencia a enfermedades y plagas, así como promover una cultura de la sostenibilidad ambiental al ser una práctica amigable con el medio ambiente (FAO, 2007).

En la presente investigación se tuvieron en cuenta estos aspectos teóricos con el fin de producir un biofertilizante en el marco de la propuesta curricular planteada para el fortalecimiento de las competencias científicas de los estudiantes de la educación básica secundaria. Adicionalmente, es válido aclarar que se evaluó la incidencia o el efecto que tenía los biofertilizantes elaborados a base de cáscaras de papa Capira y de cáscaras de plátano, y con la intervención del microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* en el crecimiento de las plantas de frijol Lima. Para ello, fue necesario conocer las características de dichos componentes.

### **Levadura *Saccharomyces cerevisiae***

La especie de levadura *Saccharomyces cerevisiae* es un tipo de hongo formado por una sola célula, cuyo ADN genómico nuclear tiene una longitud de 12068 kilobases y está estructurado en 16 cromosomas (Parapouli et al. 2020). La *S. cerevisiae* es una levadura que representa el grupo de microorganismos más estrechamente ligado al avance y bienestar de la humanidad. Su

denominación proviene de la combinación de las palabras "Saccharo" (azúcar), "myces" (hongo) y "cerevisiae" (cerveza). Se trata de una levadura heterótrofa que obtiene su energía a partir de la glucosa y exhibe una notable capacidad fermentativa. Esta levadura se encuentra comúnmente en plantas, suelos, así como en el tracto gastrointestinal y genital humano, y puede ser aislada con relativa facilidad en dichos entornos (Suárez et al. 2016).

La *S. Cerevisiae* ha sido utilizada como componente esencia desde la antigüedad para la producción de bebidas alcohólicas como la cerveza, el vino y más recientemente, el whisky, el tequila, el mezcal, vodka, brandy y ron, además, de ser utilizada en la producción de pan y productos derivados de la fermentación del cacao (Walker & Stewart, 2016; Parapouli et al. 2020). Otros de los usos que ha tenido este microorganismo es en la producción de biofertilizantes en el proceso de compostaje. Se ha encontrado que la inoculación de levadura en la pila de compost reduce el tiempo de maduración del abono gracias a su alta capacidad degradadora de sustancias como polisacáridos mediante procesos enzimáticos (celulasas, hemicelulosas y ligninas) y además convierte los aminoácidos y los hidratos de carbono en compuestos antimicrobianos que eliminan a los microorganismos patógenos de los vegetales (Contreras et al. 2023).

El uso de biofertilizantes producidos a partir del compostaje ha ido en declive por la aplicación de fertilizantes orgánicos en las actividades agrícolas (Kastdalen, 2017). Por tanto, es importante desarrollar proceso de descomposición de los residuos orgánicos para permitir la implementación de prácticas amigables con el ambiente. Por esta razón, la presente investigación apuesta por la elaboración de compost a partir de la descomposición de la materia orgánica por la acción enzimática de la *S. cerevisiae*.

### **Características del Frijol Lima (*Phaseolus vulgaris* L)**

El frijol es una leguminosa que se cultiva en muchos países por su alto valor nutricional por ser una importante fuente de proteínas, vitaminas, minerales (Gudeta & Damtew, 2013). La producción global de frijol alcanzó los 25,4 millones de toneladas, distribuyéndose en un 76,2% de frijol seco, un 17,4% de frijol verde (desgranado) y un 6,4% de frijol verde en vaina. Colombia contribuyó con el 0,7% de la producción mundial de frijol seco, alcanzando una producción de 114.503 toneladas (Pupiales et al, 2018). Para el caso del Frijol Lima (*Phaseolus vulgaris* L) se puede afirmar que es uno de “los cultivos más antiguos, hallazgos arqueológicos indican que se conocía por lo menos 5000 años antes de la era cristiana. El género *Phaseolus* es originario del continente americano y un largo número de especies fueron encontradas en Centroamérica” (Morales & Lamz, 2020, p. 3).

El frijol Lima también conocido como frijol arbustivo rojo fue el seleccionado en este estudio por su características y condiciones de simbra. Debido a que tiene un buen rendimiento y una buena capacidad para adaptarse al clima medio de los departamentos de Antioquia, Caldas, Quindío y Risaralda, que se encuentran a una altura entre 1.200 a 1.800 m.s.n.m. (Díaz & Santana, 2004). Además, esta leguminosa puede soportar temperaturas entre 15° a 27°C, requiere para su crecimiento suelos profundos y fértiles que tengan un pH entre 5.5 a 6.5, puede ser sembrado a más o menos de 2-5 cm de profundidad y requiere poca luz solar durante su existencia (El semillero, s.f.). Por otro lado, esta variedad de frijol de porte arbustivo con tallo erguido, alcanzando una altura de 49 a 57 cm, con hojas de color verde intenso y flores blancas, produce entre 16 y 22 vainas por planta, con 5 granos por vaina y una longitud promedio de vaina de 12,8 cm y su cultivo puede durar entre 85 y 90 días. (Díaz & Santana, 2004).



**Papa Capira (*Solanum tuberosum*)**

En Colombia, el cultivo de la papa se extiende a lo largo del país en un área aproximada de 160.000 hectáreas por año. Se han desarrollado alrededor de 40 variedades de las especies *Solanum tuberosum* sp. Andígena y *Solanum phureja*, pero solo 15 de ellas se utilizan comercialmente, como la Parda Pastusa, Tuquerreña, DIACOL Capiro, ICA Puracé, ICA Nariño, varias variedades de Criolla, y la ICA UNICA (Porrás, 2005, citado por Tabares y otros, 2009). La papa Capira requiere ciertas condiciones para su cultivo: la temperatura para su óptimo crecimiento comprende entre 12° a 24°C, una altitud de 1.500 a 2.800 m.s.n.m., humedad relativa 70% y un pH en los rangos de 4,5 a 6,5 (Buesaquillo, 2020).

La producción de papa Capira (*Solanum tuberosum*) en el país trae consigo una preocupación relevante sobre cómo aprovechar los residuos que quedan de ellas, como sus cáscaras, en diferentes procesos naturales. Para ello, se ha documentado su uso en la producción de biofertilizante a través del compostaje, ya que mejoran la fertilidad del suelo y aumenta el rendimiento de una variedad de cultivos (Infocampo, 2023). Durante la industrialización de la papa Capira se producen residuos con un alto contenido de agua que, en poco tiempo, pueden generar malos olores debido a la fermentación anaeróbica. No obstante, estos residuos son adecuados para el compostaje debido a su alto contenido de carbohidratos fácilmente degradables, la rápida actividad enzimática que presentan, su capacidad para servir como fuente de energía para diversos microorganismos, y la presencia de trazas de elementos beneficiosos (García et al. 2009). Finalmente, se ha determinado que las cáscaras de papa contienen los siguientes micronutrientes por cada 100 gramos base seca: hierro 110.58 mg, potasio 29.58 mg, calcio 24,00 mg y zinc 0,39 mg; en el recuento de carbohidratos totales contiene 4,51% p/p promedio de glucosa (García et al. 2019). Esto muestra que puede ser una valiosa fuente de nutrientes en la preparación de compost.

**Plátano (*Platanus occidentalis*)**

El plátano es cultivado en todo el territorio colombiano, desde zonas cercanas al nivel del mar hasta altitudes de 2000 metros sobre el nivel del mar. Esto lo convierte en un cultivo de gran relevancia socioeconómica, ya que contribuye significativamente a la generación de empleo en las áreas rurales (Castellanos & Lucas, 2011). El Plátano (*Platanus occidentalis*) tienen un crecimiento óptimo a una temperatura de 26°C y requiere producción de 120 a 150 mm de lluvia mensual o 1.800 mm anuales (Palencia et al. 2006).

Los residuos agroindustriales o domésticos han sido utilizados para la producción de biofertilizantes que ayuden a la fertilidad del suelo donde se cultivan diferentes plantas. Las cáscaras de plátano, producto de uso en la industria alimentaria, es aprovechado para elaborar compost. Gracias a que posee los siguientes micronutrientes por cada 100 gramos base seca: hierro 63,83 mg, potasio 47,82 mg, 54,03 mg y zinc 0,71 mg; en el recuento de carbohidratos totales contiene 23,74% p/p promedio de glucosa (García et al. 2019), que les permite ser una buena opción para ser transformado en abono por los organismos descomponedores en el compostaje.

Finalmente, a partir de las teorías y conceptos abordados por diferentes autores se crea una base sólida de conocimientos que permitieron abordar la presente propuesta de investigación. Estos referentes ayudaron a direccionar las acciones y actividades que se plantearon durante la ejecución de la investigación con el fundamento teórico en las temáticas desarrolladas en este ejercicio investigativo.

### ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

Las competencias científicas han sido un campo de interés en diversas investigaciones a nivel nacional e internacional. A continuación, se muestran algunos trabajos investigativos que permitieron reconocer los principales avances sobre el fortalecimiento de las competencias científicas en el campo educativo, donde se mencionan las diferentes metodologías con las que se abordó esta temática y los resultados obtenidos en dichas investigaciones. En este apartado se organizan los estudios en orden cronológico, iniciando por los desarrollados en Colombia y seguidamente por los realizados internacionalmente.

La investigación realizada por Castro y Ramírez (2012) sobre las contradicciones en la enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas, encontró que, en el proceso de construcción y reconstrucción del conocimiento, el docente no asume al estudiante como un sujeto activo y protagonista; por el contrario, persisten las prácticas tradicionales de enseñanza y aprendizaje. Dicha investigación la llevó a cabo a través de la implementación de una metodología mixta, en la que aplicó varios instrumentos de recolección de información a docentes y estudiantes de diferentes instituciones educativas de Colombia.

En el 2015, Coronado y Arteta, en su artículo de reflexión Competencias científicas que propician docentes de Ciencias naturales, se propusieron determinar los desempeños científicos que los docentes de ciencias naturales generan en los educandos de noveno grado y mostrar las diferentes estrategias didácticas para ellos desarrollar las competencias científicas en el aula, permitiendo así, retroalimentar el acto educativo para lograr un proceso de formación integral. En esta investigación, encontraron que las competencias científicas que propician los docentes de Ciencias Naturales de la Institución Educativa pública son: identificar, indagar, comunicar,

explicar y trabajar en grupo y que se evidencia dificultades por parte de los estudiantes en las cuatro primeras, pero fortaleza para el trabajo en grupo.

Gaviria (2016) llevó a cabo una investigación cualitativa cuyo objetivo primordial era fomentar el desarrollo de competencias científicas y ciudadanas en estudiantes de primer grado de educación básica primaria. A través de la implementación de una metodología basada en actividades mediadas por procesos tecnológicos para abordar proyectos de aula relacionados con ciencia, ciudadanía y tecnología, logró fortalecer las competencias científicas en el grupo estudiado. Se observó un aumento en la proactividad de los alumnos al responder preguntas, expresar opiniones y crear diversos artefactos. Además, se evidenció un mayor nivel de participación y un pensamiento más crítico en los estudiantes.

Acosta y otros (2016) realizaron un ejercicio investigativo sobre los aportes de la investigación escolar, mediada por la relación entre la escuela y los museos, al desarrollo de competencias científicas. Para la cual se diseñó una metodología de estudio de caso con estudiantes del grado cuarto de la Institución Educativa San Benito. Las competencias objeto de la investigación fueron la explicación de fenómenos, el uso comprensivo del conocimiento científico y la indagación a través de la implementación de una unidad didáctica basada en el aprendizaje colaborativo y el tratamiento de problemáticas cotidianas. A partir de los resultados, las investigadoras concluyeron que el vínculo escuela y museos de ciencia contribuyen al desarrollo de competencias científicas en los estudiantes. Debido a que a través de ellos se pueda contemplar los saberes previos, interés y particularidades del alumnado y las intenciones pedagógicas de los maestros.

Aguado y Campo (2018), por medio de un trabajo cuasi experimental con enfoque cuantitativo, aplicado a 60 estudiantes, se proponen determinar la influencia de la metodología del

---

aprendizaje basado en problemas (ABP) en el nivel de desarrollo de las competencias científicas en biología en estudiantes de básica secundaria de noveno grado. Para ello, organizaron tres planes de clases de biología fundamentados en el ABP siete pasos de Maastricht, compuestos por tres dimensiones: uso comprensivo del conocimiento, explicación de fenómenos e indagación. En esta investigación se pudo establecer que la implementación del ABP permitió mejorar significativamente las competencias científicas en los estudiantes intervenidos, además de permitir la apropiación de teorías, contenidos y saberes con los que el estudiante puede afrontar de mejor manera situaciones cotidianas y no cotidianas en las cuales requiere producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos adquiridos.

Por su parte, Hoyos y Osorio (2018) llevaron a cabo una investigación de nivel de maestría en la Universidad de Antioquia, en la cual tenía como objetivo principal evaluar el desarrollo de las competencias científicas de explicar, comunicar y trabajo en equipo en estudiantes de básica primaria a través de la aplicación de una unidad didáctica basada en la resolución de problemas sobre la alimentación humana. La metodología utilizada fue de corte cualitativa bajo un enfoque sociocrítico y el método utilizado fue la investigación acción pedagógica. En este trabajo encontraron que la propuesta de investigación se convirtió en una oportunidad más para fortalecer las competencias científicas explica, comunica y trabajo en equipo retomando las realidades de alimentación que viven los niños en sus contextos familiares y rurales.

Barajas y Ortiz (2018), utilizando una metodología cuantitativa, buscaron establecer si existía una diferencia significativa entre dos grupos de grado quinto de la Escuela Normal Superior de Bucaramanga en el marco del trabajo de estrategias diferentes. En el grupo control implementaron la metodología tradicional, y en el grupo experimental la estrategia de resolución de problemas, donde debían emplear las etapas del método científico y así poder comparar el

desarrollo de competencias científicas entre los dos grupos. Los hallazgos permitieron deducir que el aprendizaje basado en problemas (ABP) ofrece la posibilidad de que el estudiante sea artífice en la construcción de su propio conocimiento, desarrolle habilidades y competencias científicas, además de promover la autonomía y la conciencia sobre la importancia de los procesos de aprendizaje, y de esta manera potenciar en los estudiantes el desarrollo del pensamiento científico.

La investigación realizada por Ruiz (2018) sobre el fortalecimiento de la competencia de identificar en estudiantes del grado segundo de la educación básica primaria mediado por la aplicación de una unidad didáctica sobre los estados de la materia en la que se propició un ambiente de aprendizaje potenciado por las TIC. La metodología se realizó bajo el diseño mixto de conversión a partir de las unidades de análisis de construcción del conocimiento científico escolar y toma de decisiones. A partir de ello, llegaron a la conclusión que las categorías objeto de análisis configuran la competencia científica identificar. Además, las actividades implementadas en los recursos multimedias y el ejercicio docente contribuyeron de forma positiva en la competencia evaluada.

Por su parte, Rivera (2021) propuso el desarrollo de competencias científicas en estudiantes a partir de la implementación del ABP y el Aprendizaje Significativo Crítico orientado desde el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE). La metodología utilizada bajo el enfoque cualitativo-interpretativo. A partir de ello, lograron desarrollar las competencias científicas como la indagación, la reflexión crítica, la capacidad de proporcionar explicaciones y la aplicación efectiva del conocimiento científico a situaciones del entorno cercano. Además, concluyeron que el trabajo en equipo implicó un enfoque de aprendizaje activo, lo que llevó a los estudiantes a centrarse en la generación de sus propias preguntas, intercambiar ideas y crear un ambiente más cooperativo donde los docentes actúan como facilitadores del conocimiento, no como barreras.

---

Orozco y Varela (2021) realizaron una investigación sobre el fortalecimiento de la competencia científica de explicación de fenómenos a través del LMS Schoology. La metodología utilizada se basó en el enfoque cualitativo bajo el diseño de investigación acción durante la implementación de una propuesta de innovación basada en las TIC. A partir de ella, concluyeron que la integración de las herramientas digitales permitió mejorar los niveles de apropiación de la competencia evaluada en estudiantes de los grados quinto y undécimo de una institución educativa pública de la ciudad de Santa Marta (Colombia).

Por su parte Duque y Largo (2021) aplicaron la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en un grupo de estudiantes de grado quinto de un instituto de Caldas en Manizales como grupo experimental. Ello con el fin de desarrollar las competencias científicas de indagación, uso comprensivo del conocimiento científico y explicación de fenómenos. A partir de la aplicación del pretest y posttest realizaron un análisis estadístico con el cual encontraron que el ABP posibilitó mayores habilidades a los estudiantes para resolver problemas, utilizar sus conocimientos en contexto y desarrollar aptitudes autodidactas. Además, enfatizaron en la importancia de implementar estrategias de enseñanza que lleven a contextualizar las clases a la realidad de los estudiantes, porque esto garantiza el aprendizaje significativo y el fortalecimiento de las competencias científicas.

En la investigación realizada por Álzate et al. (2022) buscaban analizar el proceso de enseñanza y evaluación por competencias científicas a través del aprendizaje de los beneficios de los microorganismos y ampliando el conocimiento en estudiantes de grado quinto de una institución educativa del municipio de Medellín. Para ello, se basaron en la aplicación de instrumentos cualitativos y de una unidad didáctica enfocada en el fortalecimiento de las competencias y el papel de los microorganismos en el proceso de descomposición. Concluyeron

que la evaluación por competencias permitió reconocer el nivel de aprendizaje adquirido por los estudiantes y potencia las habilidades de indagación, imaginación y fomento del pensamiento creativo y proactivo.

Finalmente, en el panorama nacional, se puede mencionar la investigación realizada por Bernal (2022) con el fin de fortalecer las competencias científicas en estudiantes de la educación media a través de un aula virtual. Para ello, hicieron una análisis de las percepciones de maestros de ciencias naturales sobre el desarrollo del aprendizaje logrado en sus clases. Luego, diagnosticaron la malla curricular a la luz de las normas técnicas del MEN y a partir de ello diseñó un aula virtual con todos su componentes formativos y evaluativos. De esta propuesta se concluyó que es necesario implementar las orientaciones dadas por el MEN, en cuanto al desarrollo de las competencias científicas, en los currículos de las instituciones educativas. Además, encontró que la competencia de indagación es la que muestra niveles bajos de desarrollo, según las pruebas Saber.

A nivel internacional se encontraron algunos estudios muy interesantes que apuntaban al fortalecimiento de las competencias científicas en los estudiantes de la educación secundaria. A continuación, se detallan en orden cronológico.

García y Ladino (2008) realizaron una investigación en la cual implementaron una intervención pedagógica basada en el modelo de aprendizaje por investigación. Encontraron que las competencias científicas se fortalecen cuando profesores y estudiantes exploran el conocimiento desde la óptica de un proyecto de investigación, involucrándose en situaciones propias del ámbito científico, como la toma de decisiones, la innovación y la comunicación de resultados, entre otras actividades. Lo cual permite dotar al alumando de un horizonte mucho más significativo para su desarrollo posterior en la vida profesional.



La investigación llevada a cabo Paez et al. (2012) en Argentina mostraron que las competencias científicas de argumentar, describir, explicar y justificar fenómenos naturales en estudiantes son una de las metas de la enseñanza de las ciencias. A partir de ello, plantearon que la base de estas competencias era la habilidad de identificar, la cual está estrechamente relacionada con la habilidad de comparar. Por tanto, estos autores desarrollaron una investigación en la que analizaron el aspecto conceptual, icónico y formal de la competencia identificar en estudiantes de una escuela secundaria del conurbano bonaerense a través de distintas actividades sobre la tabla periódica de los elementos químicos. Encontraron que la dimensión conceptual facilita de manera más eficaz la habilidad de "identificar" en comparación con las dimensiones icónico-formal e icónico-desplazamiento. Para los estudiantes, resulta más fácil realizar una identificación mediante un concepto que utilizando iconos o expresiones formales.

El concepto de competencia está configurado por tres dimensiones o aspectos: el saber, el saber hacer y ser. Desde este punto de vista García (2016) realizó una investigación con 317 estudiantes de segundo ciclo básico de 5 regiones de Chile sobre los niveles de alfabetización científica a partir de la aplicación de Programas de Perfeccionamiento en Matemáticas (PPMAT). Se realizó un análisis descriptivo y comparativo de los niveles de sexto, edad y dependencia de establecimiento educativo. Los resultados mostraron que hubo una mejora en los desempeños de los estudiantes en relación con las dimensiones conceptuales, actitudinales y procedimentales de la competencia evaluada después de la incorporación de herramientas TIC en los procesos de enseñanza.

En la investigación realizada por Taibu et al. (2021) sobre el uso de simulación PhET para mejorar las habilidades y actitudes científicas en colegios comunitario de Estados Unidos. El cual fue llevado a cabo a través de un diseño de estudio mixto un enfoque de instrucción que posibilitó

la interacción de los estudiantes con los simuladores, además, de desarrollar las habilidades de diseño de experimentos y comunicación de resultados. A partir de ello, concluyeron que el estudio permitió que los estudiantes exploraran diversos fenómenos en los simuladores, así como las leyes y principios físicos que los explicaban. Lo cual ayudó al desarrollo de las habilidades científicas necesarias para el desarrollo de investigaciones en el campo profesional.

Por su parte, Manganelli (2021) llevó una investigación en la que aplicó diversas prácticas STEM en estudiantes de Argentina para evaluar el desarrollo de competencias científicas, tecnológicas, digitales necesarias para afrontar los desafíos del siglo XXI. A partir de este ejercicio investigativo se concluyó que las prácticas implementadas resultaron beneficiosas para los alumnos, tanto para el desarrollo de las competencias STEM como el fortalecimiento de las competencias digitales.

Por su parte, Ayuso et al. (2022) realizaron una investigación sobre el nivel de desarrollo de las habilidades que se propician en la educación secundaria relacionadas con la investigación científica en 260 estudiantes del sureste de España. La metodología se basó en la resolución de situaciones problemáticas específicas de biología. Los resultados mostraron que en los niveles de educación secundaria el alumnado aprende muy poco a desarrollar las competencias de identificar problemas, formular hipótesis, sacar conclusiones y diseñar experimentos, además, encontraron que presentan dificultades para comprender textos científicos utilizados en las aulas de clase.

En el año 2022, Estrada y otros investigadores llevaron a cabo una investigación en México sobre el fortalecimiento de competencias científicas en 45 estudiantes de primer semestre de la asignatura de Química I bajo el enfoque de investigación dirigida. Dicho ejercicio investigativo se realizó bajo la metodología mixta en la cual se usó el método de la investigación-acción y se hizo un análisis estadístico de cuantificación de indicadores para evaluar la competencia científica de

comunicación de hallazgos. Los resultados encontrados sugieren que es factible implementar procesos de enseñanza que acerquen al alumnado a la labor científica y mostraron que las competencias evaluadas se lograron fortalecer, especialmente la capacidad para comunicar de manera oral y escrita los datos del proceso investigativo.

En el campo de las competencias científicas se ha encontrado que la argumentación en ciencias es una de las habilidades que se buscan desarrollar en el alumnado. Prueba de ello es la investigación de Hendratmoko et al. (2023), que tenía como objetivo determinar el impacto de la investigación basada en el aprendizaje en línea sobre las habilidades de argumentación científica en los estudiantes de una escuela secundaria pública de Surabaya, Indonesia. Los datos obtenidos de la aplicación de un pretest-postest tuvieron un tratamiento estadístico basándose en una prueba escrita de argumentación científica que contenía 5 componentes: reclamaciones, pruebas, razonamientos, contrademandas y refutaciones. En este estudio concluyeron que la intervención educativa contribuyó en la mejora de las habilidades de argumentación científica de los estudiantes, lo cual fue fundamentado en aumento de la media a favor del fortalecimiento de los componentes evaluados.

Estas investigaciones realizadas en el campo educativo sobre las competencias científicas permiten reconocer los aspectos en los cuales se han centrado diversos investigadores, entre los cuales se pueden mencionar la implementación de diversas metodologías de aprendizaje, como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje colaborativo, el enfoque STEM y la indagación dirigida. Además, se logra identificar que las competencias científicas más abordadas en estas metodologías son la indagación, el trabajo en equipo, la explicación de fenómenos y la comunicación. Esto demuestra que se puede explorar otras vertientes de investigación en las cuales

se acerquen a los estudiantes a la labor científica a través del uso del conocimiento en situaciones reales.

## **HIPÓTESIS**

De acuerdo con la presente propuesta de investigación, con la que se pretende fortalecer las competencias científicas en los estudiantes de educación básica secundaria a través de una propuesta curricular orientada a la producción de biofertilizantes, se plantea la siguiente hipótesis:

H0 = Las competencias científicas se fortalecen en los estudiantes de básica secundaria a través de la propuesta curricular que implementa la producción de biofertilizantes.

H1 = Las competencias científicas no se fortalecen en los estudiantes de básica secundaria a través de la propuesta curricular que implementa la producción de biofertilizantes.

## METODOLOGÍA

El fortalecimiento de las competencias científicas de uso comprensivo del conocimiento, indagación y explicación de fenómenos naturales en los estudiantes de básica secundaria se llevó cabo a través de una experiencia de aprendizaje planteada a partir de una propuesta curricular diseñada en la que se utilizó la huerta escolar de La Institución Educativa Rural La Cruzada del municipio de Remedios para la producción de biofertilizantes elaborados a base de cáscaras de papa y de plátano.

El proyecto se realizó en tres fases: la primera, en la que se hizo un análisis de los documentos oficiales del Ministerio de Educación Nacional y de la Institución Educativa Rural La Cruzada; la segunda, el diseño de la experiencia de aprendizaje; y la tercera, la valoración del fortalecimiento de las competencias científicas a través de un test de entrada y de salida (ver anexo 2). Además, la presente investigación contempla un diseño cuasiexperimental para el tratamiento de los datos obtenidos del pre-test y post-test, con los cuales se hizo un análisis estadístico que permitió reconocer el fortalecimiento de las competencias científicas evaluadas en los estudiantes del grado octavo.

### **Fase 1: Identificación de competencias en documentos oficiales**

Se revisaron los documentos de los Derechos Básicos de Aprendizaje, los Estándares Básicos de Competencias, la malla curricular de la Institución Educativa Rural La Cruzada, correspondientes al área de ciencias naturales para la educación de básica secundaria. Esto con el fin identificar qué competencias se buscaban desarrollar desde las temáticas propuestas para los grados que componen este nivel de educación. Además, se analizó los resultados de las pruebas Evaluar para Avanzar 3 a 11 en el área de ciencias naturales, aplicada en el año 2021 con el objetivo

de reconocer los desempeños en las competencias científicas en los estudiantes de los grados de sexto a noveno grado de la institución educativa en mención.

## **Fase 2: Diseño de la experiencia de aprendizaje**

A partir de la información encontrada en los referentes curriculares del Ministerio de Educación y de la institución educativa, se diseñó una experiencia de aprendizaje en la que se tuvo en cuenta las competencias científicas a fortalecer a través de diversas estrategias de enseñanza relacionadas con los procesos de descomposición de la materia y el crecimiento de las plantas, las características de las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*), la producción de biofertilizantes a partir de cáscaras de papa capira (*Solanum tuberosum*) y plátano (*Platanus occidentalis*) y sus efectos en el crecimiento y desarrollo de las plantas de frijol lima (*Phaseolus vulgaris* L).

La experiencia de aprendizaje diseñada se llevó al aula de clase para ser desarrollada con los estudiantes, en donde, inicialmente, se hizo una prueba de entrada o diagnóstica para conocer el estado en el cual se encontraban los estudiantes frente a las competencias científicas. Luego, se realizó un acercamiento a las bases teóricas necesarias para comprender los fenómenos relacionados con la producción de biofertilizantes. Finalmente, se llevó a cabo la producción de biofertilizantes a partir de los residuos orgánicos domésticos que, para efectos de la presente propuesta, fueron las cáscaras de papa y plátano. Además, con el producto elaborado se desarrolló un diseño de experimento factorial con el fin de acercar a los estudiantes a la labor científica, evaluando su efecto en el crecimiento de la planta de frijol lima.

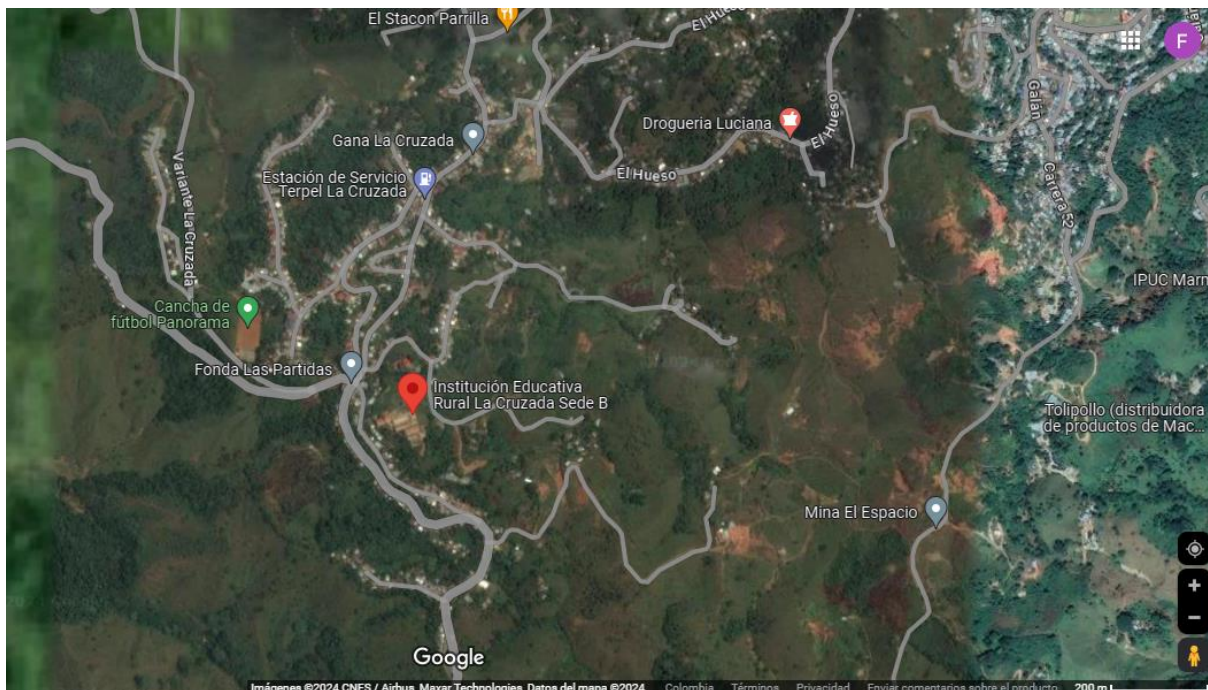
### Fase 3: Evaluación del nivel de desarrollo de las competencias científicas

En esta fase de la investigación se aplicó una prueba de salida, la cual dio a conocer el fortalecimiento de las competencias científicas en los estudiantes después de la puesta en marcha de la experiencia de aprendizaje. Estos datos que se obtuvieron sirvieron de insumos importantes para analizarlos en relación con la prueba diagnóstica que se realizó inicialmente.

### Contexto Institucional

La investigación se llevó a cabo en la Institución Educativa Rural La Cruzada del municipio de Remedios (Antioquia). La cual es una entidad de carácter público que atiende a una población de por aproximadamente 2.100 estudiantes entre los estratos 1 y 2, según los datos recopilados del SIMAT. En ella se ofrece educación formal desde preescolar hasta undécimo grado y cuenta con media técnica bajo su especialidad en liderazgo y gestión socioambiental.

**Figura 4.** *Ubicación geográfica de la Institución Educativa Rural La Cruzada.*



*Nota.* Imagen obtenida de Google Maps © 2024.



## **Participantes**

La investigación contó con la participación de 30 estudiantes pertenecientes al grado octavo tres (0803) de la Institución Educativa Rural La Cruzada, sede B. Este grupo se caracteriza por su diversidad socioeconómica, donde el 66.6% proviene del estrato 2 y el 33.3% del estrato 1. En cuanto a la distribución de género, el 36.6% de los estudiantes son masculinos, mientras que el 63.3% son femeninos, reflejando una representación equilibrada en este aspecto. Respecto a las edades, se observa un rango variado, desde los 12 hasta los 16 años. Específicamente, el 3.3% tiene 12 años, el 46.6% tiene 13 años, el 26.6% tiene 14 años, el 16.6% tiene 15 años y el 6.6% tiene 16 años de edad. Esta diversidad en términos de estrato socioeconómico, género y edad proporciona un panorama amplio y representativo para el estudio de la propuesta curricular destinada a fortalecer las competencias científicas de los estudiantes.

Los estudiantes seleccionados para participar en la investigación de maestría fueron elegidos por varias razones fundamentales. En primer lugar, se tuvo en cuenta su historial académico, buscando aquellos con un desempeño destacado en áreas relacionadas con las ciencias. Además, se consideró su nivel de motivación e interés por desarrollar habilidades científicas. Asimismo, se priorizó la diversidad en términos de género, origen socioeconómico y trayectorias educativas, con el objetivo de obtener resultados representativos y aplicables a diversos contextos. Se valoró también su disposición para participar activamente en el proceso de implementación de la propuesta curricular y su disponibilidad para colaborar en todas las etapas de la investigación. Finalmente, se buscó establecer una relación de confianza y compromiso mutuo entre los investigadores y los estudiantes, promoviendo así un ambiente propicio para el desarrollo y la evaluación de la propuesta curricular diseñada para fortalecer sus competencias científicas.

**Consideraciones éticas**

Posición de los investigadores: los investigadores aseguran la veracidad de la información que se presentó en la presente investigación desde su recolección hasta el análisis de los mismo, procurando la fidelidad de todos los datos proporcionados por los participantes durante la aplicación de la propuesta curricular y de los test aplicados antes y después de la experiencia de aprendizaje. Además, se le dio a conocer todo el proceso investigativo a los estudiantes, padres de familia y directivos de la institución haciendo hincapié en los objetivos y procedimientos realizados.

Posición de los participantes: los estudiantes participaron de manera libre y autónoma en la investigación, se les dio a saber cada uno de los propósitos y procedimientos planteados en el ejercicio investigativo para que tomaran la decisión de participar o no en ellos. Además, se contó con la debida autorización por parte de los padres de familia para el tratamiento de datos e imágenes a través del consentimiento informado (ver anexo 3).

Tratamiento de la información: la información recolectada de los estudiantes durante la investigación fue tratada según los criterios de confidencialidad con el fin de garantizar la protección de la privacidad y la seguridad de la información personal de los individuos. Además, el mantener los datos de manera confidencial, se asegura que solo las personas autorizadas tengan acceso a ellos y que se utilicen únicamente para los fines previamente establecidos y consentidos por los participantes. Esto se realizó para garantizarles que los datos proporcionados serán utilizados exclusivamente con propósitos académicos, y que, en consecuencia, se preservará la confidencialidad de su identidad.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados y sus respectivos análisis se presentan ordenados, a continuación, de acuerdo a los objetivos planteados en la presente investigación.

### **Fase 1: Identificación de las competencias en documentos oficiales**

Los estándares básicos de competencia en ciencias naturales es un documento oficial emitido por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia en el año 2004 con el fin de ser un referente para la enseñanza de las ciencias en el contexto educativo. Además, tiene como propósito que los estudiantes de todos los niveles de educación desarrollen competencias y habilidades científicas, y las actitudes que se requiere para explorar fenómenos y resolver problemas. Como referente, este documento configura las competencias científicas que se pretenden desarrollar en el alumnado a través de los estándares propuesto al terminar cada conjunto de grado junto con las acciones de pensamiento de cada componente que tienen los estándares.

Al realizar la revisión de los estándares y las acciones de pensamiento que se proponen en el documento de los estándares básicos de competencia de ciencias naturales, se logró identificar la manera en la que estos conforman o llevan intrínsecamente configurado las competencias científicas propuestas por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). El cual emitió el documento “Fundamentación conceptual área de ciencias naturales” en el año 2007, donde se explican los componentes relacionados con la prueba de ciencias naturales que se lleva anualmente en las instituciones educativas. Además, explicita las competencias que se evalúan a través de las pruebas estandarizadas a los estudiantes de la educación básica secundaria en Colombia. Allí se especifican las siete competencias en ciencias naturales que son: uso comprensivo del conocimiento, explicación de fenómenos, indagación, comunicación, Trabajo en

equipo, disposición para aceptar la naturaleza abierta, social y cambiante del conocimiento y disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y asumirla responsablemente. Por otro lado, en el texto “Marco de referencia para la evaluación, ICFES” del año 2020, se muestran una serie de ejemplos de preguntas de selección múltiple que evalúan las competencias científicas desarrolladas durante los procesos formativos de la educación secundaria, las cuales sirvieron de guía para establecer el tipo de competencia científica que se proponen desde los estándares básicos de competencia para el área de ciencias naturales en la educación básica secundaria.

Los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) son un documento guía para los procesos de enseñanza-aprendizaje en algunas áreas del conocimiento. Fue emitido por el Ministerio de Educación Nacional en el año 2016, con el fin de determinar cuáles eran los aprendizajes mínimos que los estudiantes tenía derecho en adquirir al culminar un grado en específico. Como referente este documento, también permitió reconocer las competencias científicas que se deben desarrollar en el alumnado a través década DBA propuesto.

Por otro lado, la malla curricular es un documento institucional que se realiza a partir de los anteriores documentos con los lineamientos curriculares y teniendo en cuenta el contexto en el cual se encuentran las instituciones educativas. En este también se configuran las competencias científicas propuestas para el área de ciencias y se describen las estrategias metodológicas para potenciarlas en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

A partir de los documentos abordados se realizó una matriz que permitió conocer cómo están estructurado las competencias científicas. Para efectos del presente proyecto se abordaron las siete competencias propuestas por el ICFES, los estándares y derechos básicos de aprendizaje de la educación básica secundaria que corresponde desde el grado sexto (6°) hasta el grado noveno

(9°). En la tabla 4, se muestra un comparativo entre las competencias científicas que se abordan desde los Estándares Básicos de Competencia, los Derechos Básicos y la malla curricular de ciencias naturales para los grados sexto y séptimo.

**Análisis comparativo de los Referentes de Calidad en Ciencias Naturales 6° y 7°**

**Tabla 4.** *Comparación entre los referentes de calidad y su relación con las competencias científicas para los grados sexto y séptimo.*

Competencias científicas	Estándares Básicos de competencia en ciencias naturales según el MEN	Derechos Básicos de Aprendizaje en ciencias naturales según el MEN	Malla curricular de ciencias naturales
Uso comprensivo del conocimiento (identificar)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.</li> <li>• Clasifico membranas de los seres vivos de acuerdo con su permeabilidad frente a diversas sustancias.</li> <li>• Clasifico organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con las características de sus células.</li> <li>• Comparo mecanismos de obtención de energía en los seres vivos.</li> <li>• Reconozco en diversos grupos taxonómicos la presencia de las mismas moléculas orgánicas.</li> <li>• Explico el origen del universo y de la vida a partir de varias teorías.</li> <li>• Caracterizo ecosistemas y analizo el equilibrio dinámico entre sus poblaciones.</li> <li>• Establezco las adaptaciones de algunos seres vivos en ecosistemas de Colombia.</li> <li>• Clasifico y verifico las propiedades de la materia.</li> <li>• Clasifico materiales en sustancias puras o mezclas.</li> <li>• Verifico diferentes métodos de separación de mezclas.</li> <li>• Relaciono energía y movimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende que la temperatura (T) y la presión (P) influyen en algunas propiedades fisicoquímicas (solubilidad, viscosidad, densidad, puntos de ebullición y fusión) de las sustancias, y que estas pueden ser aprovechadas en las técnicas de separación de mezclas.</li> <li>• Comprende la clasificación de los materiales a partir de grupos de sustancias (elementos y compuestos) y mezclas (homogéneas y heterogéneas).</li> <li>• Comprende la clasificación de los organismos en grupos taxonómicos, de acuerdo con el tipo de células que poseen y reconoce la diversidad de especies que constituyen nuestro planeta y las relaciones de parentesco entre ellas.</li> <li>• Comprende la relación entre los ciclos del carbono, el nitrógeno y del agua, explicando su importancia en el mantenimiento de los ecosistemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende los hechos históricos que permitieron el desarrollo de la química como ciencia y la evolución del concepto de materia</li> <li>• Comprende las propiedades de la materia y las distingue en cada una de las diferentes sustancias y compuestos de su entorno.</li> <li>• Comprende la organización de los elementos de la tabla periódica de acuerdo con sus propiedades físicas.</li> <li>• Diferencia las clases de mezclas y sus métodos de separación</li> <li>• Diferencia las clases de sustancias y los compuestos que se encuentran en su entorno.</li> <li>• Comprende los hechos históricos que permitieron el desarrollo de la física y sus objetos de estudio.</li> <li>• Reconoce las características y las componentes del movimiento.</li> <li>• Comprende la relación de causalidad entre la fuerza y el cambio de estado de movimiento de los cuerpos.</li> <li>• Comprende el postulado de la tercera ley de Newton de acción y reacción.</li> <li>• Comprende los tipos de células y sus partes.</li> <li>• Comprende la importancia de los tejidos celulares en la conformación de los seres vivos y la realización de las funciones vitales.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifico relaciones entre distancia recorrida, velocidad y fuerza involucrada en diversos tipos de movimiento.</li> <li>• Comparo masa, peso y densidad de diferentes materiales mediante experimentos.</li> <li>• Relaciono masa, peso y densidad con la aceleración de la gravedad en distintos puntos del sistema solar.</li> <li>• Analizo el potencial de los recursos naturales de mi entorno para la obtención de energía e indico sus posibles usos.</li> <li>• Identifico recursos renovables y no renovables y los peligros a los que están expuestos debido al desarrollo de los grupos humanos.</li> <li>• Identifico factores de contaminación en mi entorno y sus implicaciones para la salud.</li> <li>• Relaciono la dieta de algunas comunidades humanas con los recursos disponibles y determino si es balanceada.</li> <li>• Analizo las implicaciones y responsabilidades de la sexualidad y la reproducción para el individuo y para su comunidad.</li> <li>• Establezco relaciones entre transmisión de enfermedades y medidas de prevención y control.</li> <li>• Identifico aplicaciones de diversos métodos de separación de mezclas en procesos industriales.</li> <li>• Reconozco los efectos nocivos del exceso en el consumo de cafeína, tabaco, drogas y licores.</li> <li>• Establezco relaciones entre deporte y salud física y mental.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferencia los tipos de nutrición en los seres vivos.</li> <li>• Diferencia los tipos de reproducción en los seres vivos.</li> <li>• Comprende las diferentes formas de clasificar los seres vivos de acuerdo con las características que posee.</li> <li>• Comprende las características de los diversos grupos taxonómicos de los reinos de la naturaleza.</li> <li>• Reconoce las características y componentes de la biosfera.</li> <li>• Reconoce las clases de ecosistemas y sus factores bióticos y abióticos.</li> <li>• Diferencia las características de los ecosistemas</li> <li>• Describe las relaciones de los seres vivos en el ecosistema.</li> <li>• Comprende las bases científicas que soportan la teoría moderna sobre la materia.</li> <li>• Reconoce las propiedades generales y específicas de los elementos químicos.</li> <li>• Comprende las propiedades y características de la electricidad y sus usos en la vida diaria.</li> <li>• Diferencia cada uno de los procesos de nutrición llevados a cabo por los seres vivos.</li> <li>• Comprende los mecanismos de obtención de energía en los seres vivos a partir del proceso de la respiración.</li> <li>• Analiza la función de circulación en los seres vivos a partir de las relaciones entre diferentes estructuras.</li> <li>• Identifica los procesos biológicos de excreción en los seres vivos.</li> <li>• Comprende los diversos niveles de organización ecológicas.</li> <li>• Comprende el concepto de nicho ecológico y los componentes que lo conforman.</li> <li>• Comprende la importancia de los ciclos biogeoquímicos en la supervivencia de los seres vivos.</li> <li>• Analiza la influencia del ser humano en la biodiversidad y aquellos factores que permiten protegerla.</li> </ul>
<p>Explicación de fenómenos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulo explicaciones posibles, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos, para contestar preguntas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende cómo los cuerpos pueden ser cargados eléctricamente asociando esta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza la forma en la que diferentes seres vivos responden a los estímulos del medio.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explico la estructura de la célula y las funciones básicas de sus componentes.</li> <li>• Verifico y explico los procesos de ósmosis y difusión.</li> <li>• Comparo sistemas de división celular y argumento su importancia en la generación de nuevos organismos y tejidos.</li> <li>• Explico las funciones de los seres vivos a partir de las relaciones entre diferentes sistemas de órganos.</li> <li>• Propongo explicaciones sobre la diversidad biológica teniendo en cuenta el movimiento de placas tectónicas y las características climáticas.</li> <li>• Formulo hipótesis sobre las causas de extinción de un grupo taxonómico.</li> <li>• Describo y relaciono los ciclos del agua, de algunos elementos y de la energía en los ecosistemas.</li> <li>• Explico la función del suelo como depósito de nutrientes.</li> <li>• Verifico la acción de fuerzas electrostáticas y magnéticas y explico su relación con la carga eléctrica.</li> <li>• Describo el desarrollo de modelos que explican la estructura de la materia.</li> <li>• Explico cómo un número limitado de elementos hace posible la diversidad de la materia conocida.</li> <li>• Explico el desarrollo de modelos de organización de los elementos químicos.</li> <li>• Explico y utilizo la tabla periódica como herramienta para predecir procesos químicos.</li> <li>• Explico la formación de moléculas y los estados de la materia a partir de fuerzas electrostáticas.</li> <li>• Explico el modelo planetario desde las fuerzas gravitacionales.</li> <li>• Describo el proceso de formación y extinción de estrellas.</li> <li>• Explico las consecuencias del movimiento de las placas tectónicas sobre la corteza de la Tierra.</li> </ul>	<p>carga a efectos de atracción y repulsión.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende algunas de las funciones básicas de la célula (transporte de membrana, obtención de energía y división celular) a partir del análisis de su estructura.</li> <li>• Comprende las formas y las transformaciones de energía en un sistema mecánico y la manera como, en los casos reales, la energía se disipa en el medio (calor, sonido).</li> <li>• Explica cómo las sustancias se forman a partir de la interacción de los elementos y que estos se encuentran agrupados en un sistema periódico.</li> <li>• Comprende que en las cadenas y redes tróficas existen flujos de materia y energía, y los relaciona con procesos de nutrición, fotosíntesis y respiración celular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza la evolución de la estructura del átomo y los hechos científicos que permitieron desarrollar la teoría atómica.</li> <li>• Comprende las características de la corriente eléctrica y la transferencia de carga eléctrica a través de distintos medios que permiten su propagación.</li> <li>• Reconoce las principales características del magnetismo y sus aplicaciones en diferentes campos de la vida diaria.</li> <li>• Reconoce las principales características del electromagnetismo y sus aplicaciones en diferentes campos de la vida diaria.</li> <li>• Reconoce los tipos de adaptaciones ecológicas de diferentes especies en ecosistemas colombianos.</li> </ul>
--	---	---	---

<p>Indagación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulo preguntas específicas sobre una observación o experiencia y escojo una para indagar y encontrar posibles respuestas.</li> <li>• Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia.</li> <li>• Observo fenómenos específicos.</li> <li>• Identifico condiciones que influyen en los resultados de un experimento y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables).</li> <li>• Comunico oralmente y por escrito el proceso de indagación y los resultados que obtengo, utilizando gráficas, tablas y ecuaciones aritméticas.</li> <li>• Diseño y realizo experimentos y verifico el efecto de modificar diversas variables para dar respuesta a preguntas.</li> <li>• Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados a las características y magnitudes de los objetos y las expreso en las unidades correspondientes.</li> <li>• Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas.</li> <li>• Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna.</li> <li>• Utilizo las matemáticas como una herramienta para organizar, analizar y presentar datos.</li> <li>• Busco información en diferentes fuentes.</li> <li>• Evalúo la calidad de la información, escojo la pertinente y doy el crédito correspondiente.</li> <li>• Establezco relaciones causales entre los datos recopilados.</li> <li>• Establezco relaciones entre la información recopilada en otras fuentes y los datos generados en mis experimentos.</li> <li>• Analizo si la información que he obtenido es suficiente para contestar mis preguntas o sustentar mis explicaciones.</li> <li>• Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica los pasos del método científico en la búsqueda de respuestas sobre fenómenos naturales de su entorno.</li> </ul>
-------------------	--	--	--



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas.</li> <li>• Propongo respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otras personas y con las de teorías científicas.</li> <li>• Relaciono mis conclusiones con las presentadas por otros autores y formulo nuevas preguntas.</li> <li>• Indago sobre los adelantos científicos y tecnológicos que han hecho posible la exploración del universo.</li> <li>• Indago sobre un avance tecnológico en medicina y explico el uso de las ciencias naturales en su desarrollo.</li> <li>• Indago acerca del uso industrial de microorganismos que habitan en ambientes extremos.</li> </ul>		
<p>Comunicación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustento mis respuestas con diversos argumentos.</li> <li>• Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.</li> <li>• Reconozco y acepto el escepticismo de mis compañeros y compañeras ante la información que presento.</li> <li>• Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias.</li> <li>• Justifico la importancia del agua en el sostenimiento de la vida.</li> <li>• Justifico la importancia del recurso hídrico en el surgimiento y desarrollo de comunidades humanas.</li> </ul>		
<p>Trabajo en equipo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumpló mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas.</li> </ul>		
<p>Disposición para aceptar la naturaleza abierta, social y cambiante del conocimiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconozco los aportes de conocimientos diferentes al científico.</li> <li>• Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente.</li> </ul>		

<p>Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y asumirla responsablemente</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifico y acepto diferencias en las formas de vivir, pensar, solucionar problemas o aplicar conocimientos.</li> </ul>		
--	---	--	--

**Análisis comparativo de los Referentes de Calidad en Ciencias Naturales 8° y 9°**

**Tabla 5.** *Comparación entre los referentes de calidad y su relación con las competencias científicas para los grados octavo y noveno.*

<p><b>Competencias científicas</b></p>	<p><b>Estándares Básicos de competencia en ciencias naturales según el MEN</b></p>	<p><b>Derechos Básicos de Aprendizaje en ciencias naturales según el MEN</b></p>	<p><b>Malla curricular de ciencias naturales</b></p>
<p>Uso comprensivo del conocimiento (identificar)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.</li> <li>• Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario.</li> <li>• Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares.</li> <li>• Comparo diferentes sistemas de reproducción.</li> <li>• Establezco la relación entre el ciclo menstrual y la reproducción humana.</li> <li>• Analizo las consecuencias del control de la natalidad en las poblaciones.</li> <li>• Clasifico organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con sus características celulares.</li> <li>• Propongo alternativas de clasificación de algunos organismos de difícil ubicación taxonómica.</li> <li>• Identifico criterios para clasificar individuos dentro de una misma especie.</li> <li>• Comparo sistemas de órganos de diferentes grupos taxonómicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza la reproducción (asexual, sexual) de distintos grupos de seres vivos y su importancia para la preservación de la vida en el planeta.</li> <li>• Comprende que la acidez y la basicidad son propiedades químicas de algunas sustancias y las relaciona con su importancia biológica y su uso cotidiano e industrial.</li> <li>• Comprende la forma en que los principios genéticos mendelianos y post-mendelianos explican la herencia y el mejoramiento de las especies existentes.</li> <li>• Explica la forma como se expresa la información genética contenida en el –ADN–, relacionando su expresión con los fenotipos de los organismos y reconoce su capacidad de modificación a lo largo del tiempo (por mutaciones y otros cambios), como un factor determinante en la generación de diversidad del planeta y en la evolución de las especies.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende las principales características químicas y físicas de los compuestos químicos.</li> <li>• Realiza balanceo de ecuaciones químicas teniendo en cuenta las características de la reacción.</li> <li>• Reconoce las principales variables y características que afectan la presión de los gases.</li> <li>• Describe matemáticamente el movimiento de los fluidos y los aplica en ejercicios cuantitativos.</li> <li>• Determina las condiciones en las cuales se presentan las transferencias de calor de un cuerpo a otro y las tiene en cuenta a la hora de analizar fenómenos térmicos.</li> <li>• Comprende la importancia de la reproducción celular para la supervivencia de los seres vivos.</li> <li>• Identifica las principales formas de reproducción de los seres vivos de la naturaleza y su impacto en la variabilidad de las especies.</li> <li>• Comprenden los principios de la genética mendeliana que explican la transmisión de la información hereditaria.</li> <li>• Comprende la base científica de las mutaciones y sus implicaciones en la salud y supervivencia de las personas.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.</li> <li>• Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.</li> <li>• Comparo masa, peso, cantidad de sustancia y densidad de diferentes materiales.</li> <li>• Comparo sólidos, líquidos y gases teniendo en cuenta el movimiento de sus moléculas y las fuerzas electrostáticas.</li> <li>• Verifico las diferencias entre cambios químicos y mezclas.</li> <li>• Establezco relaciones cuantitativas entre los componentes de una solución.</li> <li>• Comparo los modelos que sustentan la definición ácido-base.</li> <li>• Comparo los modelos que explican el comportamiento de gases ideales y reales.</li> <li>• Relaciono las diversas formas de transferencia de energía térmica con la formación de vientos.</li> <li>• Establezco relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.</li> <li>• Identifico la utilidad del ADN como herramienta de análisis genético.</li> <li>• Establezco la importancia de mantener la biodiversidad para estimular el desarrollo del país.</li> <li>• Comparo información química de las etiquetas de productos manufacturados por diferentes casas comerciales</li> <li>• Identifico productos que pueden tener diferentes niveles de pH y explico algunos de sus usos en actividades cotidianas.</li> <li>• Identifico aplicaciones de los diferentes modelos de la luz.</li> <li>• Describo factores culturales y tecnológicos que inciden en la sexualidad y reproducción humana.</li> <li>• Identifico y explico medidas de prevención del embarazo y de las enfermedades de transmisión sexual.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende las partes que componen al sistema nervioso de varios grupos taxonómicos y su importancia en su supervivencia.</li> <li>• Diferencia los sistemas nerviosos que conforman a diversos grupos de animales y su importancia en los procesos vitales.</li> <li>• Comprende los procesos biológicos que suceden en los sistemas endocrino e inmune y los tiene en cuenta a la hora de cuidar su salud.</li> <li>• Comprende las características de las poblaciones y las interacciones con su entorno y entre especies.</li> <li>• Identifica las condiciones de la dinámica poblacional y su importancia en la supervivencia de las especies.</li> <li>• Comprende las propiedades y características de los estados de la materia de acuerdo con las fuerzas intermoleculares.</li> <li>• Identifica las características de los gases y la influencia de la presión y la temperatura en la solubilidad de los gases.</li> <li>• Comprende las características de las leyes de los gases y las aplica a ejercicios cuantitativos.</li> <li>• Reconoce las principales características de las soluciones y las aplica en ejercicios cuantitativos.</li> <li>• Reconoce los factores que afectan la solubilidad de las sustancias.</li> <li>• Comprende la importancia de la estructura del ADN en la transmisión de material hereditario a través de los genes.</li> <li>• Comprende los principales avances científicos en la aplicación de los principios de la ingeniería genética.</li> <li>• Comprende las principales teorías que explican el origen de la vida y de las especies.</li> <li>• Comprenden los mecanismos microevolutivos que explican el comportamiento y las adaptaciones de los seres vivos.</li> <li>• Comprenden los mecanismos microevolutivos que explican el comportamiento y las adaptaciones de los seres vivos.</li> </ul>
--	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconozco los efectos nocivos del exceso en el consumo de caféina, tabaco, drogas y licores.</li> <li>• Establezco relaciones entre el deporte y la salud física y mental.</li> <li>• Describo procesos físicos y químicos de la contaminación atmosférica.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende las principales características de los organismos que pertenecen al dominio Eucarya.</li> <li>• Reconoce los principales sistemas de clasificación de los seres vivos de acuerdo con diferentes criterios biológicos.</li> <li>• Comprende los diferentes acontecimientos históricos que dieron origen a la sistemática como método de clasificación.</li> <li>• Analiza la importancia de la distribución de los seres vivos en diferentes épocas históricas y su relación con la evolución de las especies.</li> <li>• Analiza las dinámicas poblacionales que se dan al interior de las especies ubicadas en distintos entornos geográficos.</li> </ul>
<p>Explicación de fenómenos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explico la importancia de las hormonas en la regulación de las funciones en el ser humano.</li> <li>• Comparo y explico los sistemas de defensa y ataque de algunos animales y plantas en el aspecto morfológico y fisiológico.</li> <li>• Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.</li> <li>• Establezco relaciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para predecir cambios físicos y químicos y las expreso matemáticamente.</li> <li>• Establezco relaciones entre energía interna de un sistema termodinámico, trabajo y transferencia de energía térmica; las expreso matemáticamente.</li> <li>• Explico el principio de conservación de la energía en ondas que cambian de medio de propagación.</li> <li>• Reconozco y diferencio modelos para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz.</li> <li>• Explico la relación entre ciclos termodinámicos y el funcionamiento de motores.</li> <li>• Explico las aplicaciones de las ondas estacionarias en el desarrollo de instrumentos musicales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza relaciones entre sistemas de órganos (excretor, inmune, nervioso, endocrino, óseo y muscular) con los procesos de regulación de las funciones en los seres vivos.</li> <li>• Comprende el funcionamiento de máquinas térmicas (motores de combustión, refrigeración) por medio de las leyes de la termodinámica (primera y segunda ley).</li> <li>• Comprende que en una reacción química se recombinan los átomos de las moléculas de los reactivos para generar productos nuevos, y que dichos productos se forman a partir de fuerzas intramoleculares (enlaces iónicos y covalentes).</li> <li>• Comprende que el comportamiento de un gas ideal está determinado por las relaciones entre Temperatura (T), Presión (P), Volumen (V) y Cantidad de sustancia (n).</li> <li>• Comprende que el movimiento de un cuerpo, en un marco de referencia inercial dado, se puede describir con gráficos y predecir por medio de expresiones matemáticas.</li> <li>• Analiza las relaciones cuantitativas entre solutos y solventes, así como los factores que afectan la formación de soluciones.</li> <li>• Analiza teorías científicas sobre el origen de las especies (selección natural y ancestro común) como modelos científicos que sustentan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconoce la importancia de las reacciones químicas para la formación de compuestos en la vida diaria.</li> <li>• Reconoce las características y aplicaciones de los fluidos en la vida cotidiana.</li> <li>• Analiza la importancia de la presión al interior de los fluidos y aplicación en diversos campos de la vida.</li> <li>• Comprende las principales características del estado de plasma y la relaciona con sustancias de la vida cotidiana.</li> <li>• Comprende el concepto de calor, así como de sus características y las tiene en cuenta a la hora de analizar fenómenos térmicos de la naturaleza y la vida cotidiana.</li> <li>• Comprende los patrones de la herencia genética que no siguen reglas propuestas por Mendel y su importancia en la transmisión de caracteres de padres a hijos.</li> <li>• Reconoce las características y propiedades de las ondas y las tiene en cuenta a la hora de analizar diferentes fenómenos ondulatorios en la naturaleza.</li> <li>• Comprende las principales características del sonido y sus diversas aplicaciones en la vida cotidiana.</li> <li>• Comprende las principales características de la luz y sus diversas aplicaciones en la vida cotidiana.</li> <li>• Comprende las principales teorías que explican el origen de la vida y de las especies.</li> </ul>

		<p>sus explicaciones desde diferentes evidencias y argumentaciones.</p>	
<p>Indagación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observo fenómenos específicos.</li> <li>• Establezco relaciones entre la información recopilada y mis resultados.</li> <li>• Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia.</li> <li>• Formulo preguntas específicas sobre una observación, sobre una experiencia o sobre las aplicaciones de teorías científicas.</li> <li>• Interpreto los resultados teniendo en cuenta el orden de magnitud del error experimental.</li> <li>• Establezco relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados.</li> <li>• Formulo hipótesis, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.</li> <li>• Identifico y verifico condiciones que influyen en los resultados de un experimento y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables).</li> <li>• Propongo modelos para predecir los resultados de mis experimentos.</li> <li>• Realizo mediciones con instrumentos adecuados a las características y magnitudes de los objetos de estudio y las expreso en las unidades correspondientes.</li> <li>• Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas.</li> <li>• Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna.</li> <li>• Utilizo las matemáticas como herramienta para modelar, analizar y presentar datos.</li> <li>• Busco información en diferentes fuentes.</li> <li>• Evalúo la calidad de la información recopilada y doy el crédito correspondiente.</li> <li>• Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados.</li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas.</li> <li>• Relaciono mis conclusiones con las presentadas por otros autores y formulo nuevas preguntas.</li> <li>• Comunico el proceso de indagación y los resultados, utilizando gráficas, tablas, ecuaciones aritméticas y algebraicas.</li> <li>• Indago sobre aplicaciones de la microbiología en la industria.</li> <li>• Indago sobre avances tecnológicos en comunicaciones y explico sus implicaciones para la sociedad.</li> </ul>		
Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otras personas y con las de teorías científicas.</li> <li>• Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.</li> <li>• Reconozco y acepto el escepticismo de mis compañeros y compañeras ante la información que presento.</li> <li>• Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias.</li> <li>• Justifico la importancia de la reproducción sexual en el mantenimiento de la variabilidad.</li> <li>• Argumento las ventajas y desventajas de la manipulación genética.</li> </ul>		
Trabajo en equipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumpló mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas.</li> </ul>		
Disposición para aceptar la naturaleza abierta, social y cambiante del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconozco los aportes de conocimientos diferentes al científico.</li> <li>• Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente.</li> </ul>		
Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento			

---

y asumirla responsablemente			
-----------------------------	--	--	--

A partir de la matriz comparativa (tabla 5) se logró identificar las competencias científicas que potencian los referentes de calidad. En las pruebas saber ICFES que se aplica en los distintos grados de la educación básica secundaria y media solo se evalúan tres competencias de las siete que hay en total que son: uso comprensivo del conocimiento (identificar), explicación de fenómenos e indagación. Debido a que son acciones que se pueden evidenciar a través de las pruebas escritas (ICFES, 2007). Lo cual está en consonancia con los Estándares Básicos de Competencia en ciencias naturales. En los descriptores de las acciones de pensamiento de cada uno de los estándares se enmarcan dentro de las tres competencias privilegiadas en las pruebas estandarizadas del ICFES. Tanto en los grados de sexto a séptimo y de octavo a noveno fue posible observar que las competencias de comunicación, trabajo en equipo, disposición para aceptar la naturaleza abierta, social y cambiante del conocimiento y disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y asumirla responsablemente son competencias que no cuentan con una mayor profundización en los estándares.

En el caso de los Derechos Básicos de Aprendizaje se evidenció que las competencias que configuran los descriptores de cada derecho son uso comprensión del conocimiento y la explicación de fenómenos. Por su parte, las demás competencias en ciencias no cuentan con acciones de pensamiento para su desarrollo o fortalecimiento en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El plan de área de ciencias naturales de la Institución Educativa Rural La Cruzada enmarca las mallas del área a partir de logros e indicadores. Aquí se evidenció que todos logros que se

proponen para los grados de la educación básica secundaria están enmarcados en las competencias de Uso comprensivo del conocimiento y explicación de fenómenos. Las demás competencias no se visibilizan en la malla curricular. Sin embargo, los procesos o fenómenos en los que se propone aplicar el conocimiento científico no se especifican claramente como en el caso de los Estándares de Competencia y los Derechos Básicos de Aprendizaje.

Un aspecto relevante que se hizo visible en el plan de área de ciencias naturales y en los derechos básicos de Aprendizaje es que no se potencia la competencia de indagación. La cual es indispensable para la comprensión de la forma en la que se produce el conocimiento científico y acerca a los estudiantes a la ciencia desde su esencia. Además, posibilita la interiorización de la naturaleza de la ciencia y llevaría a desarrollar las otras competencias (comunicación, trabajo en equipo, naturaleza cambiante de la ciencia y la dimensión social del conocimiento).

### **Revisión de resultados pruebas ICFES**

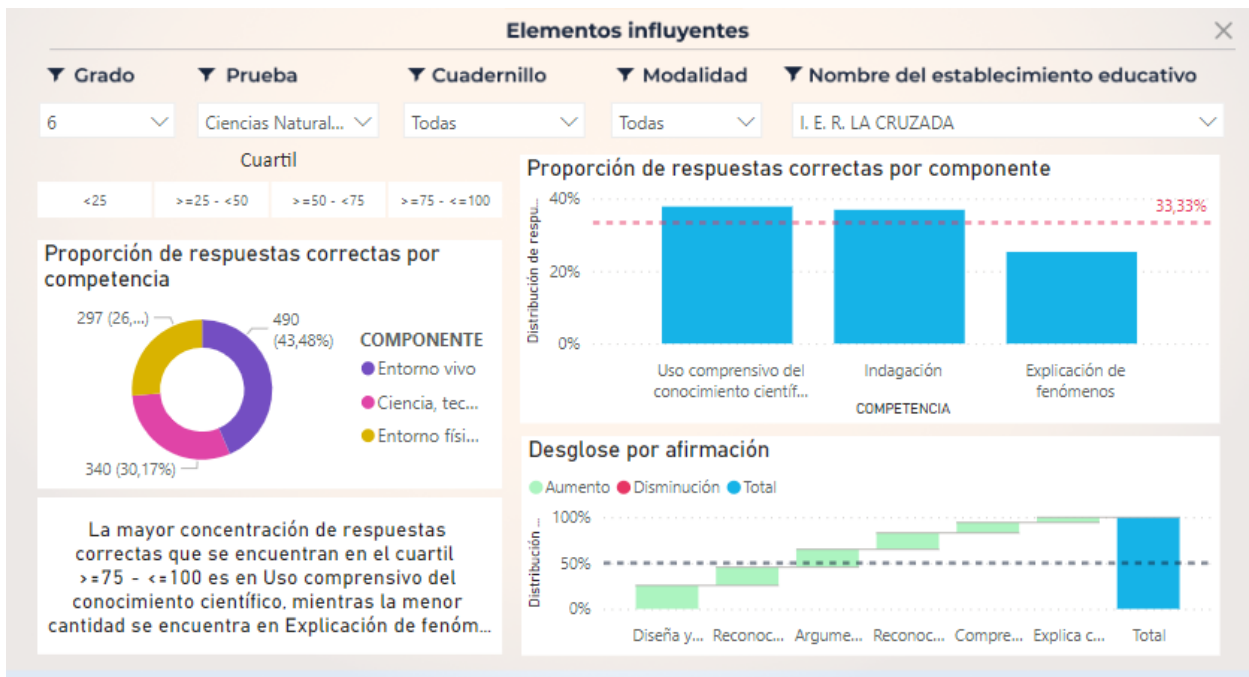
En el año 2021 los estudiantes de la I. E. R. La Cruzada fueron evaluados en algunas áreas del conocimiento, entre las que se encuentra el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Las pruebas diseñadas y aplicadas en el marco del programa de Evaluar para Avanzar de 3° a 11° del ICFES. Los resultados fueron publicados a través de una plataforma institucional del Ministerio de Educación, donde se detallaban los componentes, procesos y competencias que se evaluaron y las valoraciones a nivel general e individual.

Para el caso del área de ciencias naturales se evaluaron las competencias de uso comprensivo del conocimiento, indagación y explicación de fenómenos. Además, se tuvieron en cuenta los componentes del área propuestos por los Estándares Básicos de Competencia que son: el entorno vivo, entorno físico y ciencia, tecnología y sociedad.



En el grado sexto se obtuvieron los resultados que se muestran en la figura 5. Para la competencia de uso comprensivo del conocimiento el 37.80% corresponde al porcentaje de respuestas correctas. En la competencia de indagación el 36.91% corresponde a las respuestas acertadas en este componente y la competencia que tuvo menor porcentaje de respuestas correctas es la explicación de fenómenos con un 25.29% de aciertos. Estos valores obtenidos muestran que los estudiantes del grado sexto de la institución presentan deficiencias o falencias en las competencias evaluadas y especialmente en la competencia de explicación de fenómenos.

**Figura 5.** Resultados de la prueba de ciencias naturales para el grado sexto.

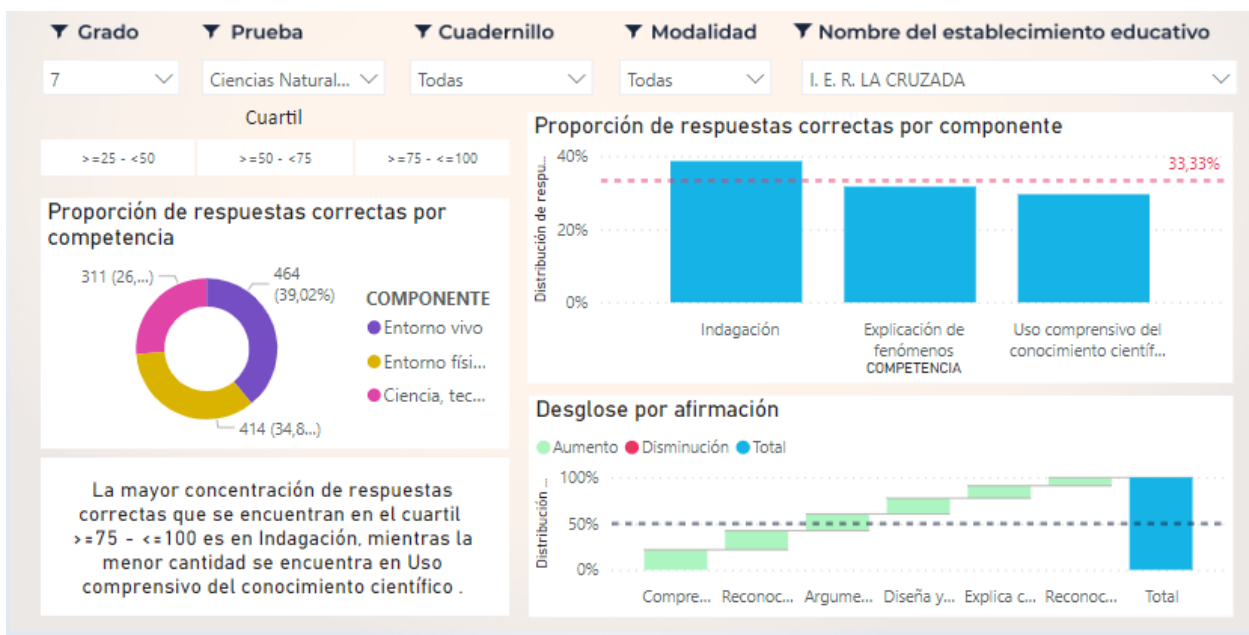


*Nota.* Información extraída de evaluarparaavanzar3a11.icfes.gov.co (2021).

Los resultados obtenidos por los estudiantes del grado séptimo que se muestran en la figura 6, evidencian que en la competencia de indagación se obtuvo 38.69% de respuestas correctas, mientras que la explicación de fenómenos presentó 31.71% aciertos y en la competencia de uso comprensivo del conocimiento, que fue el componente más bajo, se dio un 29.60% de preguntas

respondidas acertadamente. Estos datos revelan que en este grado es los estudiantes requieren fortalecer la capacidad de comprender y usar los conceptos y teorías naturales en la solución de problemas en contextos dados. Sin embargo, las otras dos competencias también requieren especial atención y desarrollo en el alumnado porque presentan unos valores bajos con respecto a la media de la prueba en la institución (33.33%).

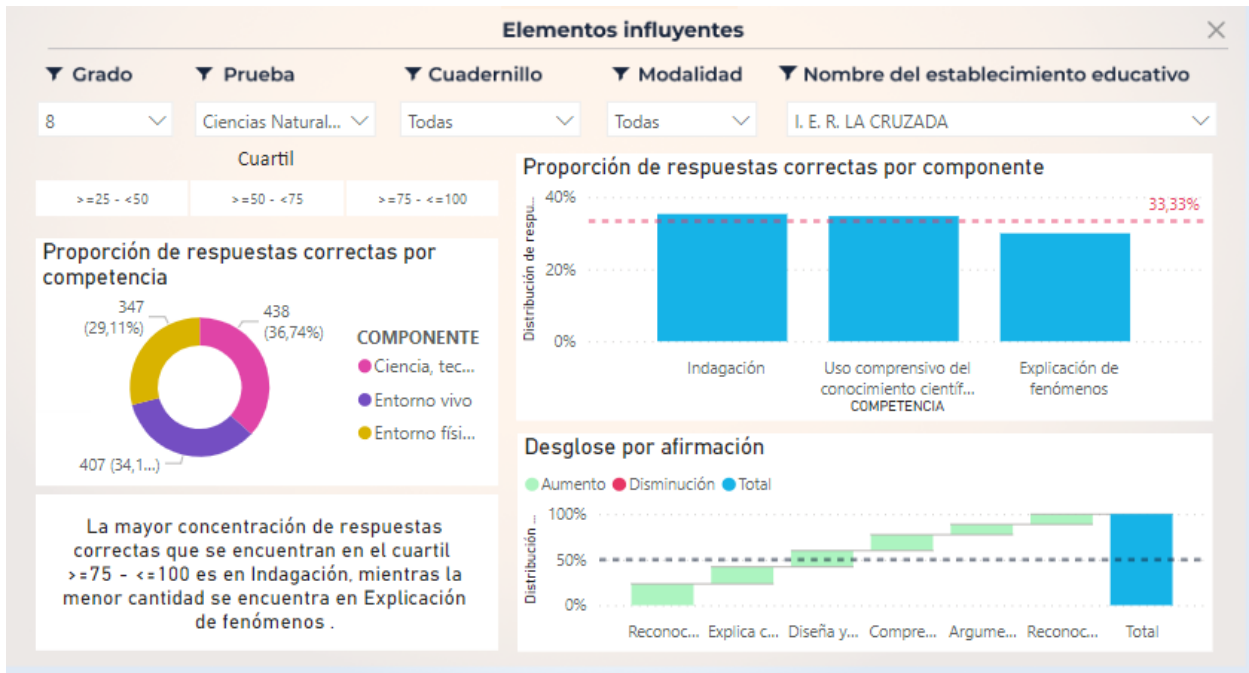
**Figura 6.** Resultados de la prueba de ciencias naturales para el grado séptimo.



*Nota.* Información extraída de evaluarparaavanzar3a11.icfes.gov.co (2021).

En la figura 7 se pone de manifiesto los resultados obtenidos por los estudiantes del grado octavo en la prueba de ciencias naturales. En la competencia de indagación el 35.32% corresponde a las preguntas que respondieron acertadamente; en el uso comprensivo del conocimiento se obtuvo 34.73% de aciertos y en la competencia de explicación de fenómenos 29.95%. La mayor concentración de respuestas correctas se encontró en la competencia de indagación, mientras que la menor cantidad se ubicó en explicación de fenómenos.

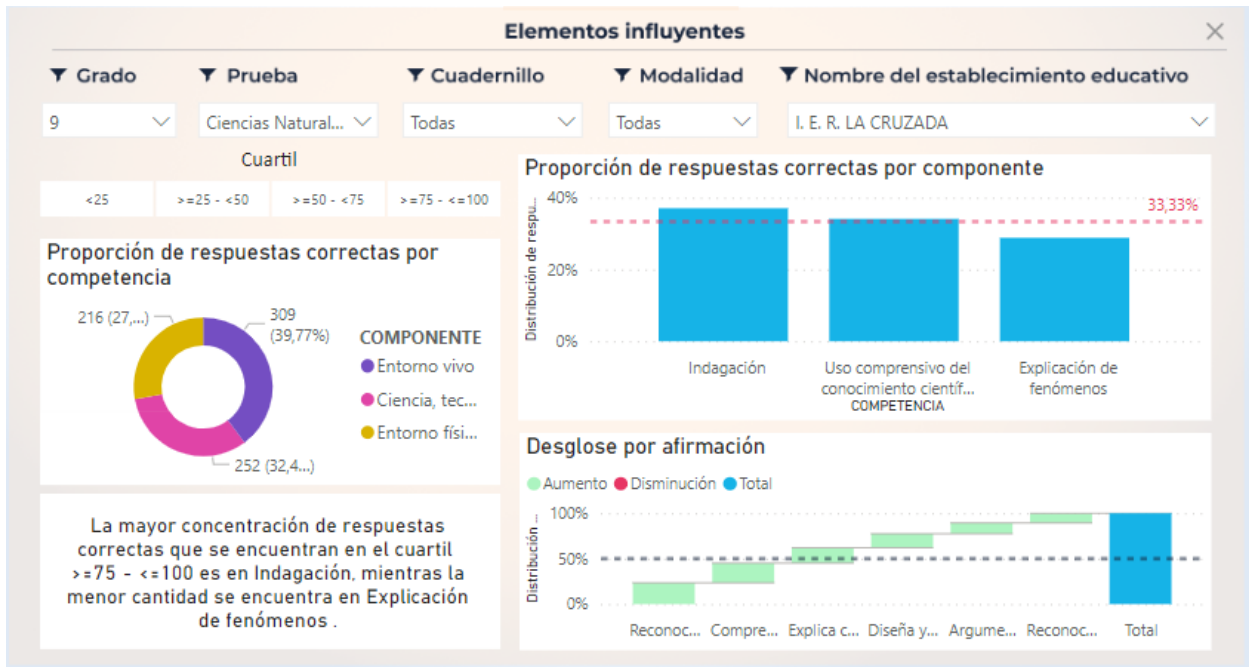
**Figura 7.** Resultados de la prueba de ciencias naturales para el grado séptimo.



*Nota.* Información extraída de evaluarparaavanzar3a11.icfes.gov.co (2021).

Los resultados obtenidos por los estudiantes en el grado noveno de la educación básica secundaria de la institución se muestran en la figura 8. Allí se puede evidenciar que el 37.07% de las respuestas acertadas por los alumnos corresponde a la competencia de indagación, mientras que el 34.11 a uso comprensivo del conocimiento y el 28.83% a explicación de fenómenos. Esto muestra que los estudiantes presentan fortaleza en la competencia de indagación, pero tienen dificultad en la competencia de explicación de fenómenos.

**Figura 8.** Resultados de la prueba de ciencias naturales para el grado noveno.



Nota. Información extraída de evaluarparaavanzar3a11.icfes.gov.co (2021).

De acuerdo con los resultados obtenidos por los estudiantes en la prueba de ciencias naturales y educación ambiental en los grados de sexto a noveno, es posible determinar que la competencia que presentan mayor apropiación o desarrollo es la indagación, seguida de uso comprensivo del conocimiento y, finalmente, explicación de fenómenos. Esta última, es la competencia que presentan menor grado de desarrollo según las valoraciones de los componentes evaluados.

---

## **Fase 2: aplicación de la experiencia de aprendizaje**

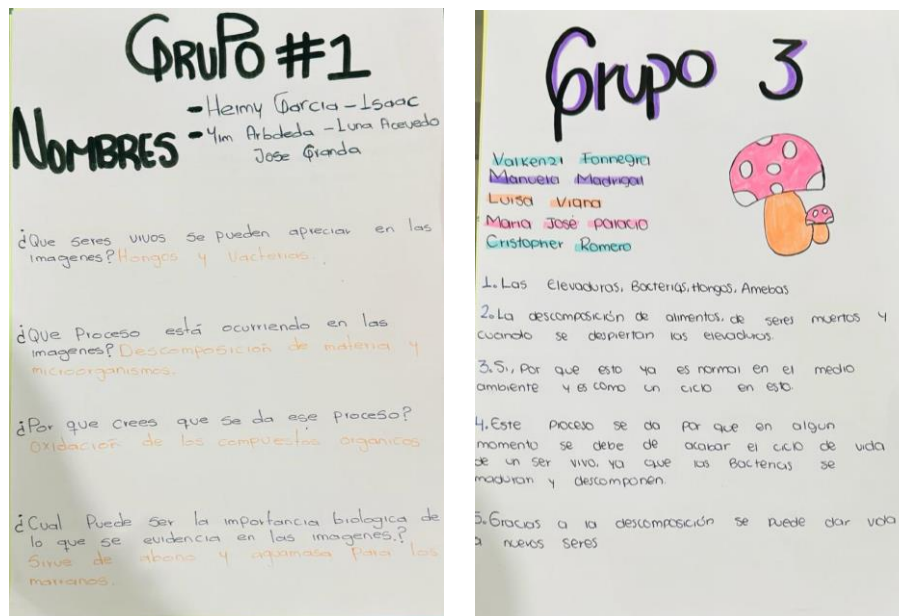
### **Momento de inicial**

Las actividades que se plantearon en este primer momento de aplicación de la experiencia realizada se basaron en el fortalecimiento de las competencias de explicación de fenómenos y de indagación en los estudiantes seleccionados para el estudio. Además, se pusieron de manifiesto las ideas previas o saberes con los que contaba el alumnado sobre la temática que se iba a abordar durante el trabajo investigativo, la producción de un biofertilizante (abono).

### **Actividad 1: descomposición de la materia**

En esta actividad se buscaba hacer exploración de los saberes previos que tenían los estudiantes frente al fenómeno de la descomposición y fermentación de la materia. Además, de iniciar con la implementación el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos a través de la presentación de una serie de imágenes que mostraban el proceso de descomposición de diferentes tipos de materia y donde ellos debía de explicar los fenómenos presentados. A partir de la actividad se observó que la mayoría de los estudiantes identificaron de manera implícita varios organismos vivos en las imágenes como hongos, el tronco del árbol, la naranja, las semillas de café y las cáscaras de la comida (figura 9). Sin embargo, por inferencia también expresaron que había presencia de bacterias, levaduras, gusanos, caracoles y amebas. De acuerdo a esto, se evidencia que los estudiantes reconocen el concepto de ser vivo, debido a que relacionan los organismos vivientes con la presencia de células como unidad estructural de cada uno, lo cual concuerda con la definición dada por Herrero (2006), cuando manifiesta que “todo organismo que es considerado como vivo en la ciencia de hoy consiste de células” (p. 17).

**Figura 9.** Ejemplo de trabajos realizados por los estudiantes en la actividad 1

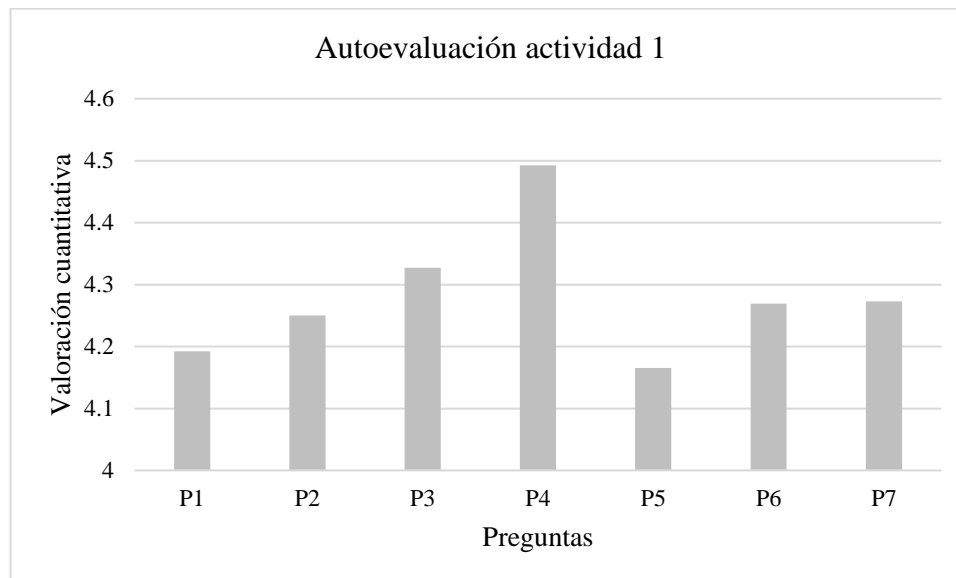


*Nota.* En las imágenes se muestran dos ejemplos de las explicaciones dadas por los estudiantes de los fenómenos abordados en la actividad 1.

Frente a los interrogantes ¿Qué proceso está ocurriendo en las imágenes? ¿Es natural o inducido por el hombre? ¿Por qué creen que se da ese proceso? La mayoría de los estudiantes concuerdan que los procesos que se logran identificar en las imágenes presentadas son la descomposición y la fermentación. Algunos incluyen términos como “descomposición de materia orgánica”, “se están descomponiendo (pudriendo)” y “descomposición por bacterias y microorganismos”. Además, gran parte de los alumnos respondieron que es un proceso natural por efecto de los microorganismos, solo uno de los grupos de trabajo manifestó que en algunos casos el proceso de la fermentación y la descomposición de la materia puede ser inducida por el ser humano. De igual manera consideran que este proceso se da gracias a la presencia de microorganismos como bacterias y hongos, aunque no explican la manera como ocurre.

Por su parte, al interrogante de ¿Cuál puede ser la importancia biológica de lo que se evidencia en las imágenes? algunos estudiantes manifestaron que “sirve de abono”, “alimento para los cerdos”, “para hacer una composta para las plantas”, “prepara la tierra para nueva siembras”, “al descomponerse pueden producirse nuevas cosas o seres” y “la descomposición de los alimentos sirve para hacer un compost”. Estas apreciaciones de los estudiantes muestran que si bien, algunos tienen ideas acertadas de la finalidad del proceso de fermentación y descomposición para la creación de compost o abono para los cultivos; requieren mayor comprensión y profundización de su importancia biológica en otras aplicaciones como en la industria alimentaria, agrícola y alcohólica para la producción de pan, queso, yogurt, abonos orgánicos, vino y cerveza (Boronat & López, 2011).

Como parte del proceso de evaluación de la actividad 1, se promovió que los estudiantes llevaran a cabo una autoevaluación para comprender su percepción sobre el desarrollo de la actividad. Para ello, se les solicitó que asignaran una calificación del 1,0 al 5,0, donde 1,0 representa la calificación más baja y 5,0 la más alta. En la Figura 10 se muestran las valoraciones proporcionadas por los estudiantes respecto a su desempeño y actitud durante el desarrollo de la actividad.

**Figura 10.** Promedio de autoevaluación actividad 1 de la experiencia de aprendizaje.

*Nota.* El gráfico de barras representa las medias de las calificaciones asignadas por los estudiantes frente a las siete preguntas planteadas para la evaluación de la actividad 1 de la experiencia de aprendizaje.

En la figura 10 se puede observar que, de manera general, los estudiantes presentaron una escucha asertiva frente a las intervenciones de sus demás compañeros, debido que es el aspecto que representa el mayor promedio (4,49) como se evidencia en la pregunta 4. Por su parte, la pregunta 5 muestra el menor promedio (4,17), indicando que los participantes percibieron un menor grado de responsabilidad frente al desarrollo de la actividad.

La incorporación de la autoevaluación en el proceso de evaluación de la actividad inicial de la experiencia de aprendizaje se alineó con el enfoque de evaluación basada en competencias. De acuerdo con (Morales et al. 2019), en este marco, se considera esencial evaluar no solo los resultados, sino también la actitud con la que el estudiante aborda las tareas. Este enfoque busca no solo reconocer la percepción del propio desempeño académico, sino también identificar áreas



de mejora y explorar nuevas estrategias de enseñanza que promuevan un ambiente de aprendizaje estimulante y eficaz para alcanzar los objetivos establecidos. En este caso específico, el objetivo principal era fortalecer la habilidad de explicar fenómenos, lo que justificó la inclusión de la autoevaluación como una herramienta para impulsar el desarrollo de competencias.

La competencia de explicación de fenómenos se define como “una capacidad cognitivo lingüística que permite dar argumentaciones coherentes ante un hecho en particular, repercutiendo en el tipo de conocimiento que será construido e incluso que será modificado” (Morales y Manrique, 2012, citado por Arrieta y López, 2021, p. 39). Por este motivo, la actividad 1 de la experiencia de aprendizaje incluyó la exposición oral y la argumentación por parte de los estudiantes al explicar, desde sus saberes previos, los fenómenos de la fermentación y descomposición de la materia. Además, otro aspecto que respaldó la integración de esta actividad fue que “el pensamiento científico, como base de la explicación de fenómenos, debe trabajarse en los estudiantes desde la didáctica de la ciencia, y no puede quedarse en dar respuesta a preguntas de contenido” (Rico et al. 2021, p. 66). En este sentido, se buscó, mediante el diseño de la actividad, trascender el aprendizaje memorístico y adentrarse en el desarrollo de competencias en el alumnado.

### **Actividad 2: crecimiento de las plantas**

En esta actividad, el objetivo era profundizar en las explicaciones que los estudiantes podrían ofrecer acerca del fenómeno del crecimiento de las plantas y los factores que influyen en dicho proceso. En la Tabla 6 se presentan los resultados de las explicaciones proporcionadas por los estudiantes.

**Tabla 6.** *Explicaciones de los estudiantes sobre el crecimiento de las plantas.*

Cuestionamientos	Explicaciones dadas por los estudiantes
¿Cómo ocurre el crecimiento en las plantas?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>El crecimiento de las plantas empieza gracias a un cuidado natural, gracias al agua y sol (G-1).</i></li> <li>- <i>Se planta la semilla, se riega constantemente para que no se marchite, también necesita sol que ayudará al crecimiento, mediante un tiempo ya la semilla se convertirá en una hermosa flor (G-2).</i></li> <li>- <i>Se ve influenciada por factores como: luz, agua, nutrientes y hormonas (G-3).</i></li> <li>- <i>1 empieza a absorber el agua que se encuentra en la tierra. 2 empieza a salir una raíz pequeña llamada radícula que absorbe los nutrientes de la tierra a la planta. 3 plántula, un pequeño brote que contiene hojas y un delicado tallo y 4 una vez germinada la planta empieza su crecimiento (G-4).</i></li> <li>- <i>La división y la elongación celular contribuye en el aumento de las plantas (G-5).</i></li> </ul>
¿Qué etapas o fases se pueden evidenciar en el crecimiento de las plantas?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Fase 1: sembrar la semilla cuidadosamente. Fase 2 intentar tener un cuidado responsable con agua natural. Fase 3 va creciendo la planta y el tallo. Fase 4 florece la flor (G-1).</i></li> <li>- <i>Las plantas tienen varias etapas, que comienza desde la semilla, de ahí va creciendo la raíz, luego empieza a crecer el tallo y por último la flor (G-2).</i></li> <li>- <i>Germinación de la semilla, desarrollo de plántula, crecimiento vegetativo. En la etapa de germinación de la semilla (G-3).</i></li> <li>- <i>Establecimiento, crecimiento rápido y endurecimiento (G-5).</i></li> </ul>
¿Cuáles son las estructuras o partes de las plantas? ¿En qué etapa se pueden originar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>La raíz, tallo, hojas y la flor. En la etapa 3 (G-1).</i></li> <li>- <i>Planta medicinal que solo tiene tallo y raíz crece por sí solo no necesita semilla (G-2).</i></li> <li>- <i>Las partes principales son las raíces, el tallo, las hojas, las flores y los frutos (G-3).</i></li> <li>- <i>Raíces, tallos, hojas, flores y frutos (G-5). Etapa (0) germinación. Brote de la yema (G-5).</i></li> </ul>
¿Qué nutrientes necesitan las plantas para su crecimiento adecuado?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Agua, sol, tierra, oxígeno (G-1).</i></li> <li>- <i>La planta necesita agua y sol (G-2 y G-5).</i></li> </ul>

---

	- <i>Necesita nitrógeno, fosforo, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cinc, etc. (G-3 y G-4).</i>
¿Qué función cumple el suelo en el crecimiento de las plantas?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>La función del suelo es: el soporte gracias a esto el agua es absorbida por la planta.</i></li> <li>- <i>El suelo es importante ya que tiene parte importante sin este no se desarrollaría la raíz y sin la raíz no hay talle y la planta no tendría el crecimiento (G-2).</i></li> <li>- <i>Actúa como soporte estructural para las raíces, proporciona nutrientes esenciales como: agua, gases, materia orgánica (G-3).</i></li> <li>- <i>Favorece el crecimiento de las plantas al proporcionarles nutrientes y serviles de tanque de retención de agua y sustrato para sus raíces (G-5).</i></li> </ul>

---

*Nota.* En la tabla 6 se presentan las explicaciones dadas por los estudiantes durante la actividad 2 del momento inicial de la aplicación de la experiencia de aprendizaje. G-1, indica el grupo de trabajo uno; G-2, grupo de trabajo dos, y así sucesivamente.

La información proporcionada por los estudiantes se categorizó en cinco aspectos importantes: crecimiento de las plantas, etapas del crecimiento, partes de la planta, factores de crecimiento de las plantas y la importancia del suelo (tabla 6). De acuerdo a ello, se encontró que los estudiantes reconocen que el crecimiento de las plantas está dado por la germinación de la semilla, por la influencia del sol, el agua, hormonas y los nutrientes del suelo. Un aspecto importante que resaltan estos estudiantes es la idea que el crecimiento está regulado por las hormonas o fitohormonas que son sustancias químicas que en bajas concentraciones controlan y cambian los patrones de crecimiento vegetal a nivel celular (Alcantara et al. 2019). Además, el G-4 destaca algunos aspectos importantes como la presencia de la radícula y la función que cumple de obtener los nutrientes disponibles en el suelo y la formación de la plántula que posteriormente permitirá el desarrollo de las hojas y el tallo en las plantas. Por su parte, el grupo 5 ahonda un poco

---

más e incluye la división y elongación celular como procesos vitales que contribuyen al aumento del tamaño de las plantas, tal como lo plantea (Gómez et al. 1999, p. 45) cuando afirman que “el crecimiento se define como un aumento irreversible de tamaño y que incluye procesos complejos como división celular, elongación, diferenciación, fotosíntesis, síntesis de otros compuestos, traslocación, absorción y transpiración”. Los G-1 y G-2 añaden que el cuidado y el riego constante de las plantas favorece su crecimiento.

Las explicaciones proporcionadas frente al fenómeno del crecimiento de las plantas permiten dar cuenta de los modelos representacionales que poseen los estudiantes. Estas representaciones mentales permiten, al individuo, la capacidad de comprender, anticipar y explicar el sistema representado, así como para abordar el fenómeno o problema que se presenta (Concari, 2001). Potenciar esta competencia es fundamental para promover una comprensión profunda, fomentar el pensamiento crítico, desarrollar habilidades de comunicación efectiva, estimular la curiosidad y preparar a los estudiantes para el futuro. Por esto, en la actividad 2 de la experiencia de aprendizaje se les posibilitaba a los estudiantes los espacios adecuados para que dieran cuenta de la visión y la representación que tenían del fenómeno abordado desde sus propios saberes y experiencias previas.

Según Caicedo, (2016), el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos demanda estrategias de aprendizaje que estén contextualizadas y sean pertinentes para las realidades de los estudiantes. Por lo tanto, el crecimiento de las plantas se consideró una opción idónea en la experiencia de aprendizaje. Este fenómeno ofrece una mayor capacidad de generalización y un poder argumentativo y explicativo significativo. Además, su simplicidad y familiaridad para los estudiantes, como señala Concari (2001), lo convierten en una elección favorable.

## Momento de desarrollo

### Actividad 3: El compostaje

La actividad 3 de aplicación de la experiencia de aprendizaje se llevó a cabo en dos etapas. En primer lugar, se trasladó a los estudiantes a la sala de sistemas de la institución, donde cada uno debía realizar una investigación exhaustiva sobre cómo llevar a cabo el compostaje para producir un biofertilizante. Además, se les pidió identificar los factores relevantes a tener en cuenta durante el proceso de compostaje. Posteriormente, se realizó una socialización para destacar los aspectos más importantes identificados por los alumnos. En segundo lugar, se procedió a poner en práctica la información consultada mediante la elaboración de abono orgánico a base de papa y plátano.

A continuación, se clasifican los aspectos más importantes que fueron socializados por los estudiantes durante el primer momento de la actividad 3 (ver tabla 7).

**Tabla 7.** Aspectos importantes sobre el proceso del compostaje

Clasificación	Aspecto importante sobre el proceso del compostaje
<b>Definición</b>	<p><i>Abono orgánico que se forma por la degradación microbiana de materias acomodada.</i></p> <p><i>Es un proceso biológico. Además, es un material estable e higienizado, se puede utilizar como enmienda orgánica.</i></p> <p><i>Materia orgánica procedente de residuos agrícolas y de la jardinería, tratados para acelerar su descomposición y ser utilizados como fertilizantes.</i></p> <p><i>Un abono natural, bacterias, hongos y gusanos para mejorar la fertilidad del suelo.</i></p>
<b>Características</b>	<p><i>Proceso aerobio.</i></p> <p><i>Tiene una temperatura húmeda, tiene presencia de oxígeno.</i></p> <p><i>La mezcla adecuada de materiales orgánicos y el mantenimiento de la temperatura y humedad óptimas para la descomposición.</i></p> <p><i>El compost se reutiliza después de habérselo echado a la planta.</i></p>

---

	<p><i>Hay tres tipos de compostaje: compost de material biodegradable, compost vegetal y compost de estiércol.</i></p> <p><i>Los beneficios del compost es que aporta al suelo materia orgánica y elementos minerales esenciales para las plantas.</i></p> <p><i>Tiempo de compostaje: entre 16 y 24 semanas.</i></p> <p><i>Necesita oxígeno constante, de esta forma no se pudren ni obtienen mal olor.</i></p> <p><i>Tiempo: entre 3 y 4 meses dependerá del clima de los residuos usados.</i></p> <p><i>Los parámetros del compost son importantes como al humedad, temperatura, pH y espacio.</i></p> <p><i>Características frecuentes como color marrón disminución de la relación carbono nitrógeno.</i></p>
<b>Componentes residuales</b>	<p><i>Se usa material orgánico y residuos que ayuden al medio ambiente. Cáscaras de bananos, hojas, comida vencida y huesos.</i></p> <p><i>Residuos orgánicos</i></p> <p><i>Materiales del compost: cáscaras de huevo, restos de verduras y frutas, residuos de origen animal.</i></p> <p><i>Tierra.</i></p> <p><i>Tallos frescos y hojas secas, además de abonos verdes, follaje.</i></p> <p><i>Aserrín de polvo, también se puede utilizar restos de papel cartón y hojas secas.</i></p>
<b>Organismos asociados</b>	<p><i>Bacterias, hongos, gusanos.</i></p> <p><i>Insectos, miriápodos, arácnidos, anélidos, hongos y bacterias.</i></p> <p><i>Los aliados del compostaje: escarabajos, moscas, hormigas.</i></p>

---

*Nota.* En la tabla se muestran aquellos aportes más relevantes que realizaron los estudiantes de grado octavo en el momento de la socialización de la actividad 3 de la propuesta de aprendizaje.

La información de la tabla 7 fue recolectada a partir de la socialización que hicieron los estudiantes en el primer momento de la actividad 3. Aquí, los alumnos escribieron dicha información en una ficha, la cual fue fijada en el tablero al paso que iban explicando su punto de vista o aporte (figura 11).

**Figura 11.** *Evidencia de la fase de socialización en la actividad 3 sobre el proceso de compostaje.*



*Nota.* La figura presenta a una estudiante contribuyendo con su conocimiento sobre la elaboración del biofertilizante, colocando la ficha bibliográfica durante la fase de socialización de la actividad 3.

Durante esta actividad, se observó que los estudiantes exhibieron una actitud positiva y proactiva al buscar información sobre la elaboración de compostaje, lo que condujo a una recopilación diversa de datos. Además, durante la socialización se pudo percibir un alto nivel de motivación y habilidad para comunicar la información. Se infiere que esta actividad contribuyó al desarrollo de las actitudes observadas en los estudiantes, lo cual está en línea con lo expresado por Morales et al. (2019). Según estos autores, los procedimientos de observación permiten evaluar metas específicas de manera objetiva, así como tareas concretas y fácilmente verificables. Esto facilita la evaluación del conocimiento adquirido, la competencia en la ejecución de

procedimientos y el desarrollo de actitudes, habilidades que serán de gran ayuda para los estudiantes en sus futuras actividades académicas, profesionales y personales.

En el segundo momento de la actividad 3 se propuso realizar un compostaje a base de cáscara de plátano y papa. Para ello, se hizo la recolecta de dicho material en las casas de los estudiantes, del restaurante y la tienda escolar de la institución. Los desechos colectados fueron picados en partes más pequeñas y pesado en húmedo para saber la cantidad de cáscaras con las que se pretendía producir el biofertilizante (ver figura 12).

**Figura 12.** *Proceso de triturado y pesado de las cáscaras de papa y plátano para la elaboración del biofertilizante*



*Nota.* La figura muestra el proceso realizado por los estudiantes de grado octavo para la elaboración del biofertilizante. En a) y b) se observan los estudiantes realizando el triturado las



cáscaras de papa y plátano; en c) determinando el peso en húmedo de las cáscaras y en d) y e) las cáscaras trituradas.

Se determinó el peso en húmedo de las cáscaras de papa y plátano después de picadas con la ayuda de una balanza mecánica colgante El Condor ®. El peso de las cáscaras de plátano fue de 13,7 kg y de papa 16,2 kg. Después, todo el material recolectado se depositó en dos celdas cada una de 1 m<sup>2</sup> para iniciar el proceso de compostaje como se muestra en la figura 13.

**Figura 13.** *Celdas de la compostera*



*Nota.* En la figura se muestra las celdas de la compostera con las cáscaras de papa y plátano para iniciar el proceso de compostaje.

Posteriormente, en el laboratorio se hizo la activación de la levadura que ayudó a descomponer las cáscaras de papa y plátano, que para este caso fue *Saccharomyces cerevisiae* obtenida del producto Levadura fresca de la marca Levapan. Para ello, se diluyó 10 g de levadura en 200 ml de agua destilada a una temperatura de 37°C y con 10 g de azúcar de mesa (figura 14).

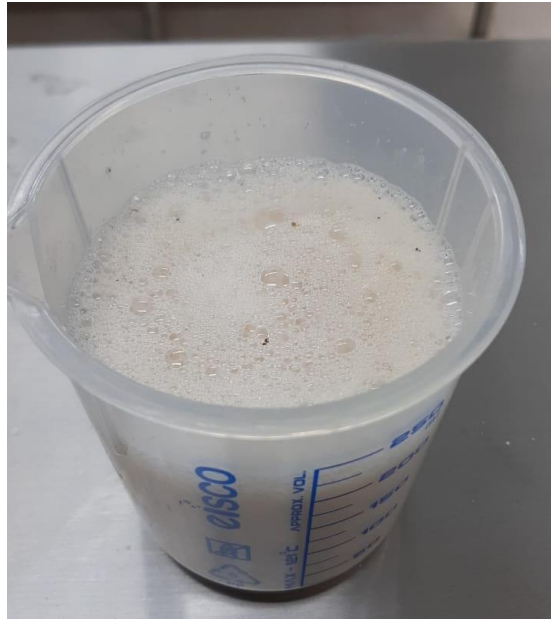
**Figura 14.** *Proceso de activación de la levadura Saccharomyces cerevisiae*



*Nota.* En la figura se puede observar el proceso de activación de *Saccharomyces cerevisiae*. En a) los estudiantes se encuentran extrayendo la porción del microorganismo, en b) se muestra el peso de la cantidad de levadura, en c) los estudiantes se encuentran mezclando los 5 g de azúcar en el agua con la levadura y en d) se registró la temperatura óptima para la activación del organismo.

Los estudiantes taparon el recipiente y dejaron reposar la mezcla por 15 minutos. Pasado este tiempo se observó la presencia de burbujas lo que indicó la activación de las levaduras, lo cual se muestra en la figura 15.

**Figura 15.** *Levadura Saccharomyces cerevisiae* activada



Nota. En la figura se puede observar la generación de espumas que indican la activación de la levadura fresca.

Después de activadas las levaduras, los estudiantes realizaron la inoculación del microorganismo a las cáscaras de papa y plátano que estaban contenido en las celdas de la compostera (figura 16).

**Figura 16.** *Inoculación de la levadura sobre las cáscaras de papa y plátano*



Nota. En las imágenes se pueden apreciar el proceso de inoculación de las levaduras activadas sobre las cáscaras de papa y plátano para realizar el compostaje.

Este procedimiento se realizó en la semana 1 del proceso de compostaje y en la semana 3. Además, se hizo la medición de las condiciones ambientales de la zona en la cual se hizo el biofertilizante a partir de las cáscaras de papa y plátano (tabla 8).

**Tabla 8.** *Condiciones medio ambientales de la zona donde se realizó el compostaje.*

Parámetro	Valor
Temperatura ambiental	31.4°C
Humedad	45.8%
Luz	3613.00 Lux
Presión	1,013.8 hPa
Altitud	695 metros (2.280 pies)
Latitud	7,07034° o 7° 4' 13" norte

La descomposición de las cáscaras de papa y plátano para la producción del biofertilizante se realizó durante 6 semanas. Durante este tiempo los estudiantes realizaron el seguimiento de los parámetros de pH y temperatura y se obtuvieron los valores que se muestran en la tabla 9.

**Tabla 9.** *Resultado de las mediciones de pH y temperatura del compost.*

Semana /parámetro	pH		Temperatura		
	Papa	Plátano	Papa	Plátano	Ambiente
Semana 1	6.2	4.5	32°C	31°C	30°C
Semana 2	6.5	5.7	31°C	29°C	31°C



<b>Semana 3</b>	7.0	6.8	32°C	30°C	29°C
<b>Semana 4</b>	7.2	7.3	30°C	29°C	27°C
<b>Semana 5</b>	7.3	7.5	35°C	33°C	28°C
<b>Semana 6</b>	7.7	8.0	29°C	30°C	29°C

**Figura 17.** Evidencia de la medición de temperatura y pH en el compost.



*Nota.* En las imágenes se evidencia la medición de temperatura y pH sobre el compost. En a) se hace la medición del pH utilizando el multiparámetro Hanna y en b) se determina la temperatura con la ayuda de un termómetro de varilla con alcohol rojo.

Cada semana se hicieron volteos para airear el biofertilizante y así garantizar la adecuada descomposición de las cáscaras. Finalmente, después de seis semanas se obtuvo un abono oscuro con aspecto terroso, listo para ser utilizado (figura 18).

**Figura 18.** Resultado del proceso de compostaje.



*Nota.* En las imágenes se muestran el resultado del proceso de compostaje después de seis semanas. En a) el biofertilizante a partir de las cáscaras de papa y en b) el obtenido de las cáscaras de plátano.

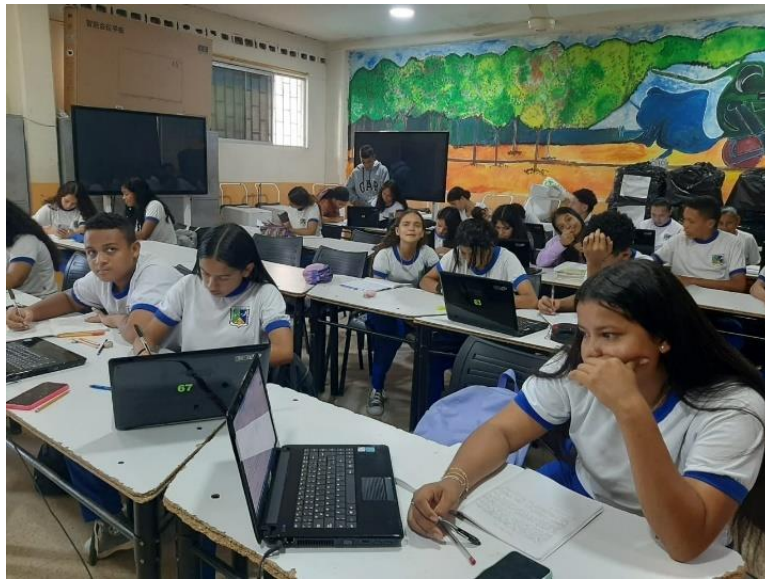
Se reservó el producto obtenido en bolsas plásticas y se determinó la masa de cada uno: el peso del biofertilizante a base de cáscaras de papa fue de 6.7 kg, mientras que el de plátano registró un peso de 8.4 kg.

#### **Actividad 4: conceptos claves**

Para el desarrollo de esta actividad se llevó a los estudiantes a la sala de sistemas de la institución educativa y se les pidió que consultaran en diferentes páginas web la información necesaria para definir cada uno de los conceptos claves sobre la temática abordada durante la experiencia de aprendizaje (figura 19). Ello con el fin de posibilitar la apropiación de cierta terminología propia de las ciencias naturales que estructuran el proceso de producción de biofertilizante y su efecto en el crecimiento de las plantas y que les permitiría la comprensión adecuada de los fenómenos estudiados.

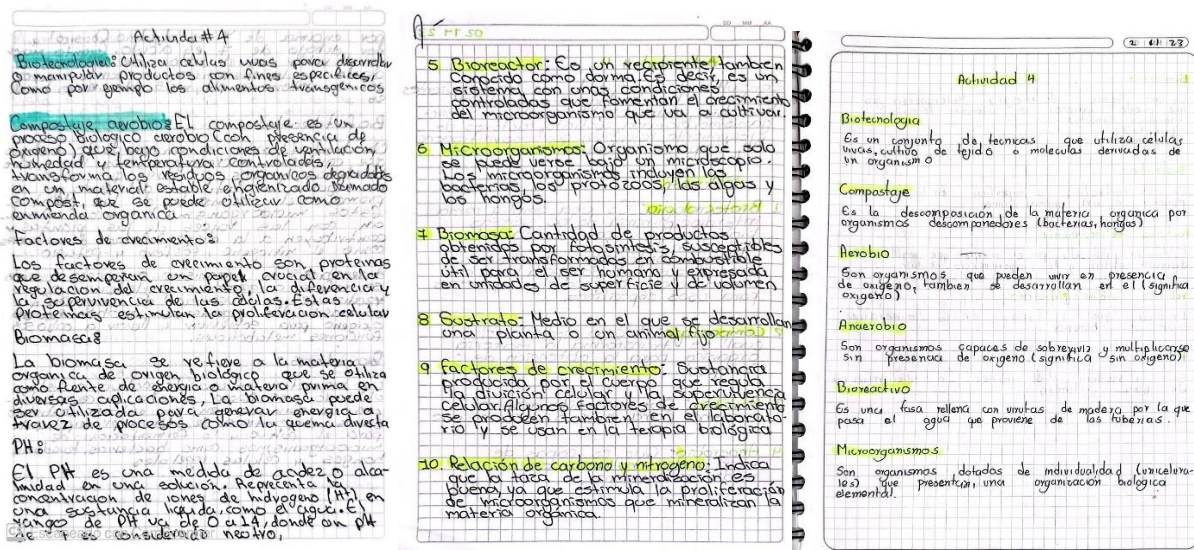


**Figura 19.** Evidencia del trabajo realizado en la búsqueda de información en la web.



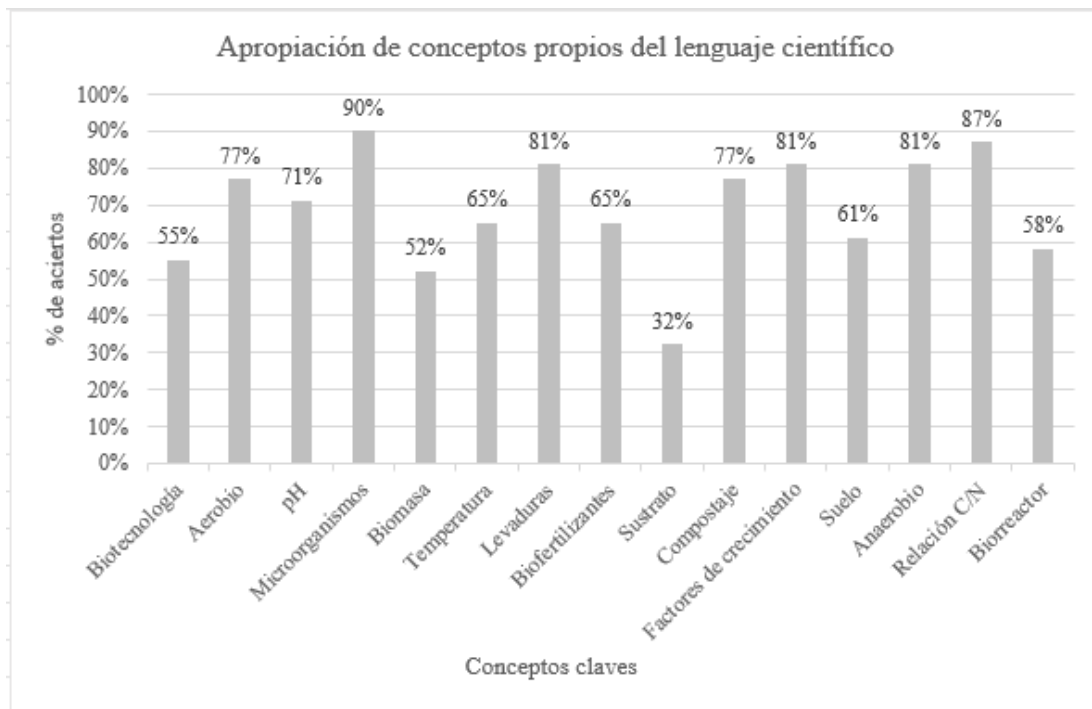
Los estudiantes iban consignando en sus cuadernos la información que consideraban importante y que les serviría para explicar y apropiarse de cada uno de los conceptos abordados (figura 20).

**Figura 20.** Muestra de algunos trabajos realizados por los estudiantes en la actividad 4 de la experiencia de aprendizaje.



Posteriormente, se les aplicó a los estudiantes una prueba online en la cual se evaluaba la apropiación de los conceptos estudiados. Para ello, se utilizó la plataforma quizizz.com y se obtuvieron los siguientes resultados proporcionados por la misma plataforma (figura 21):

**Figura 21.** Resultados obtenidos de la prueba de apropiación de conceptos científicos.



*Nota.* El gráfico de barras muestra el porcentaje de aciertos de los estudiantes en la prueba de conocimientos sobre los conceptos claves de la experiencia de aprendizaje.

A partir de gráfico de la figura 21, se puede mencionar que los conceptos de aerobio (77%), pH (71%), levaduras (81%), compostaje (77%), factores de crecimiento (81%), anaerobio (81%) y relación carbono nitrógeno (87%) fueron aquellos que más apropiación presentaron los estudiantes evaluados. Mientras que la mayor dificultad se presentó fue en la comprensión del término sustrato que tuvo un 32% de acierto en la prueba realizada. Además, los conceptos de biotecnología (55%), biomasa (52%) y biorreactor (58%) niveles de apropiación intermedio.



La apropiación del conocimiento científico por parte del alumnado parte del desarrollo de competencias científicas ligadas a la comprensión de conceptos científicos que les permita abordar los fenómenos estudiados y asumir una postura crítica frente a ellos. De acuerdo a esto, (Arias, 2022), propone que la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia no debe quedarse en una mera transmisión de conocimiento, sino que debe trascender al desarrollo de la cultura científica a través de la aprehensión de la terminología científica, la cual puede ser fortalecida al interior de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por su parte, (Arteaga et al. 2016), manifiestan que este tipo de estrategias ayudan a que los estudiantes construyan su propio conocimiento a partir de la puesta en práctica en la vida cotidiana lo que, posteriormente, se traduce en preparar la vida. En definitiva, el desarrollo de la competencia de uso comprensivo del conocimiento se ve fortalecida al posibilitar el uso y la comprensión de conceptos propios de las ciencias, que le permita al alumnado construir su propio aprendizaje.

### **Actividad 5: generalidades de las levaduras**

En esta actividad se les propuso a los estudiantes hacer un rastreo de información en la web que les permitiera responder algunas preguntas sobre las generalidades de la levadura y así poder tener mayor comprensión de su importancia en la elaboración del biofertilizante. Las ideas seleccionadas por los estudiantes se presentan en la tabla 10.

**Tabla 10.** *Respuestas de los estudiantes en la actividad 5*

<b>Aspectos</b>	<b>Respuestas de los estudiantes</b>
<b>¿Qué son las levaduras?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Son hongos microscópicos de menos de 10 millonésimas de milímetro unicelulares.</i></li> <li>- <i>Son hongos microscópicos.</i></li> </ul>

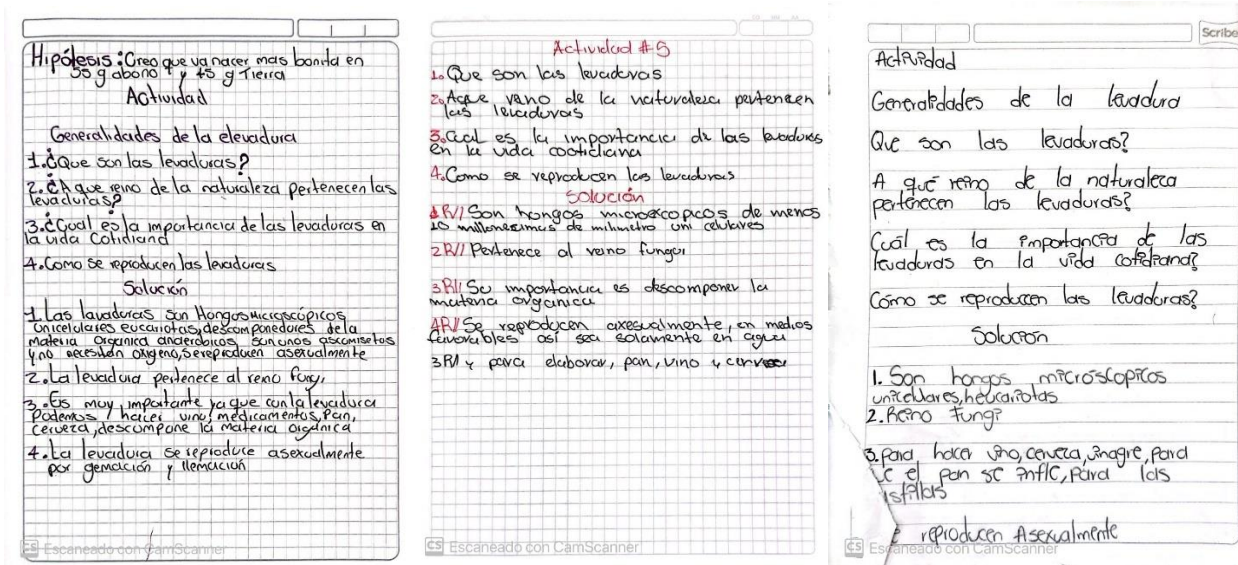
---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Son hongos microscópicos unicelulares eucariotas, descomponedores de la materia orgánica anaerobios, son unos ascomicetos y no necesitan oxígeno.</i></li> <li>- <i>Son fermentos.</i></li> </ul>
<b>Reino al que pertenecen las levaduras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Pertenecen al reino fungi</i></li> </ul>
<b>Importancia de las levaduras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Su importancia es descomponer la materia orgánica y para elaborar pan, vino y cerveza.</i></li> <li>- <i>Es muy importante ya que con la levadura podemos hacer vino, medicamentos, pan, cerveza, descomponen la materia orgánica.</i></li> <li>- <i>Para hacer que el pan se infle, vino, cerveza y descomponer materia orgánica.</i></li> </ul>
<b>Reproducción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Se reproducen asexualmente, en medios favorables así sea solamente en agua.</i></li> <li>- <i>Se reproducen asexualmente por gemación.</i></li> </ul>

---

Esta actividad permitió acercar a los estudiantes al conocimiento del microorganismo responsable de realizar la descomposición de las cáscaras de papa y plátano para finalmente producir el biofertilizante.

**Figura 22.** Muestra de algunos trabajos realizados por los estudiantes en la actividad 5 de la experiencia de aprendizaje.



En sesión plenaria se socializaron las respuestas aportadas por los estudiantes y se hicieron las puntualizaciones pertinentes para asegurar la construcción adecuada de los aprendizajes. Además, para complementar esta actividad, se llevó al alumnado al laboratorio de la institución educativa donde se realizó una visualización de las levaduras al microscopio óptico (figura 23).

**Figura 23.** Estudiantes observando las levaduras al microscopio óptico.



Para la observación de la levadura se hizo una muestra en fresco. Además, se aprovechó para que los estudiantes comprendieran la funcionalidad e importancia del microscopio en el fortalecimiento de sus competencias científicas.

## Momento final

### Actividad 6: crecimiento de las plantas

Para esta actividad se organizó con los estudiantes un diseño de experimento en bloques en el cual se pretendía reconocer la efectividad del biofertilizante producido a partir de las cáscaras de papa y plátano. Para ello, en el laboratorio se organizaron 30 recipientes a los cuales se les agregó las siguientes cantidades de abono a base de cáscara de papa, plátano, mezcla de ambos y/o tierra de acuerdo al diseño de experimento seleccionado como se muestran en la tabla 11.

**Tabla 11.** *Diseño de experimento factorial para la evaluación de la efectividad de los biofertilizantes.*

Recipiente	Bloque	Tipo de sustrato	% de Compost	Tipo de sustrato
1	1	0	55	Mezcla Papa Plátano
2	1	-1	55	Plátano
3	1	-1	10	Plátano
4	1	-1	100	Plátano
5	1	1	55	Papa
6	1	1	10	Papa
7	1	0	100	Mezcla Papa Plátano
8	1	1	100	Papa
9	1	0	10	Mezcla Papa Plátano
10	2	-1	100	Plátano
11	2	0	100	Mezcla Papa Plátano
12	2	0	10	Mezcla Papa Plátano
13	2	-1	10	Plátano
14	2	1	55	Papa
15	2	-1	55	Plátano

<b>16</b>	2	0	55	Mezcla Papa Plátano
<b>17</b>	2	1	100	Papa
<b>18</b>	2	1	10	Papa
<b>19</b>	3	-1	10	Plátano
<b>20</b>	3	0	100	Mezcla Papa Plátano
<b>21</b>	3	1	55	Papa
<b>22</b>	3	1	100	Papa
<b>23</b>	3	-1	100	Plátano
<b>24</b>	3	-1	55	Plátano
<b>25</b>	3	0	55	Mezcla Papa Plátano
<b>26</b>	3	1	10	Papa
<b>27</b>	3	0	10	Mezcla Papa Plátano
<b>28</b>	4	Control	0	Solo tierra
<b>29</b>	4	Control	0	Solo tierra
<b>30</b>	4	Control	0	Solo tierra

A cada recipiente se le sembró una semilla de frijol lima, previamente germinada, a la cual diariamente se le realizó la medición de las variables de diámetro (mm), altura (cm) y cantidad de hojas.

Para la germinación de las semillas de frijol lima se utilizó un recipiente rectangular de plástico al cual se le agregaron 100 fríjoles que estuvieron hidratándose durante dos horas (figura 24). Al cabo de dos días ya las semillas habían brotado su radícula.

**Figura 24.** *Germinación de las semillas de frijol.*



Nota. En las imágenes se presenta el proceso de germinación de las semillas de frijol. En a) las semillas hidratadas y en b) ya germinadas después de dos días.

Las semillas con más vigorosidad fueron seleccionadas para ser sembradas en los recipientes por los estudiantes, con el fin de evaluar el crecimiento de la planta durante los próximos 15 días (figura 25). Cada uno de los 30 recipientes fue asignado a un estudiante diferente para hacer el seguimiento y haciendo las mediciones.

**Figura 25.** *Siembra de las semillas de frijol en los biofertilizantes producidos.*





Los estudiantes realizaron la medición del diámetro del tallo de la planta de frijol, su altura y la cantidad de hojas producida durante 15 días siguientes a la preparación de las diferentes mezclas de los biofertilizantes preparados y a la muestra control que contenía solo tierra (figura 26). Esto con el fin de evaluar la efectividad del abono producido para el crecimiento de este tipo de plantas.

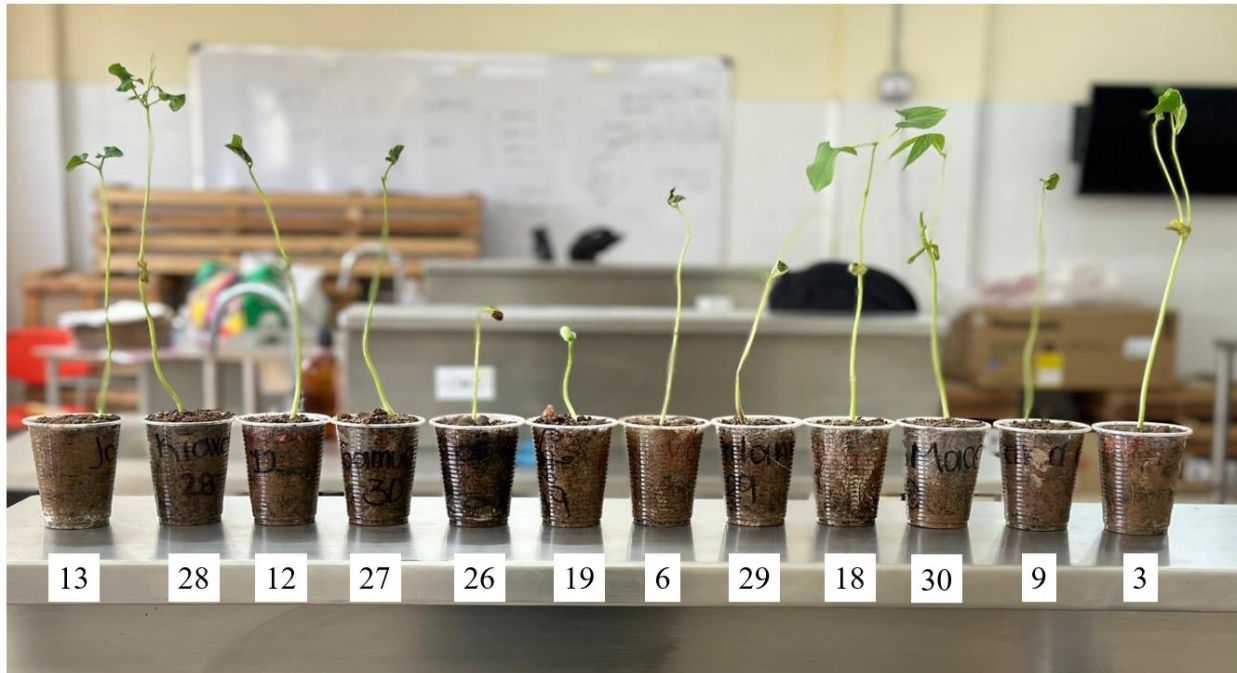
**Figura 26.** *Medición de las variables de respuesta del diseño de experimento.*



*Nota.* En las imágenes se muestra las mediciones de las variables de respuesta del diseño de experimento factorial. En a) se aprecia la medición de la altura del tallo y en b) y c) se determina el diámetro del tallo de la planta de frijol.

Después de los 15 días de seguimiento del crecimiento de las plantas de frijol lima se pueden observar que solo aquellas semillas con 10% de abono a base de cáscara de papa y con el 100% de tierra fueron las que más crecieron (figura 27).

**Figura 27.** Resultado final del efecto de los biofertilizantes en el crecimiento de las plantas de frijol lima.



*Nota.* En la imagen se puede apreciar el crecimiento después de pasados 15 día. En total fueron 12 plantas con crecimiento pronunciado, los recipientes 3, 13 y 19 contenían 10% del biofertilizante a base de cáscaras de plátano. Los 6, 18 y 26 con 10% de biofertilizante de cáscara de papa. Los rótulos 9, 12 y 27 con 10% de la mezcla de ambos biofertilizantes y los recipientes 28, 29 y 30 fueron la muestra control con 100% de tierra.

Los datos recopilados por los estudiantes en el diseño de experimento se muestran en la tabla 12.

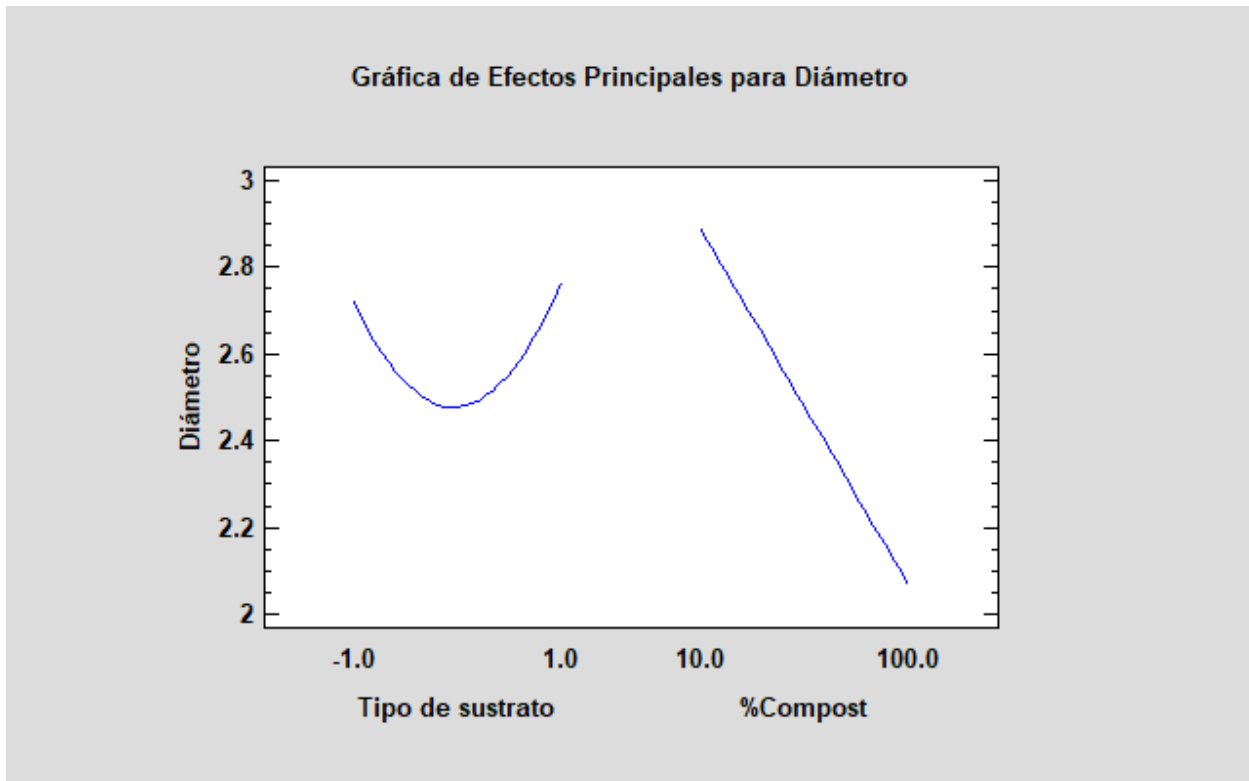
**Tabla 12.** Resultados obtenidos en el diseño de experimento de las mediciones del diámetro y la altura de las plantas de frijol.

Bloque	Tipo de sustrato	%Compost	Diámetro (mm)	Altura (cm)
1	0	55	2.3	3.2
1	-1	55	2.6	2.5



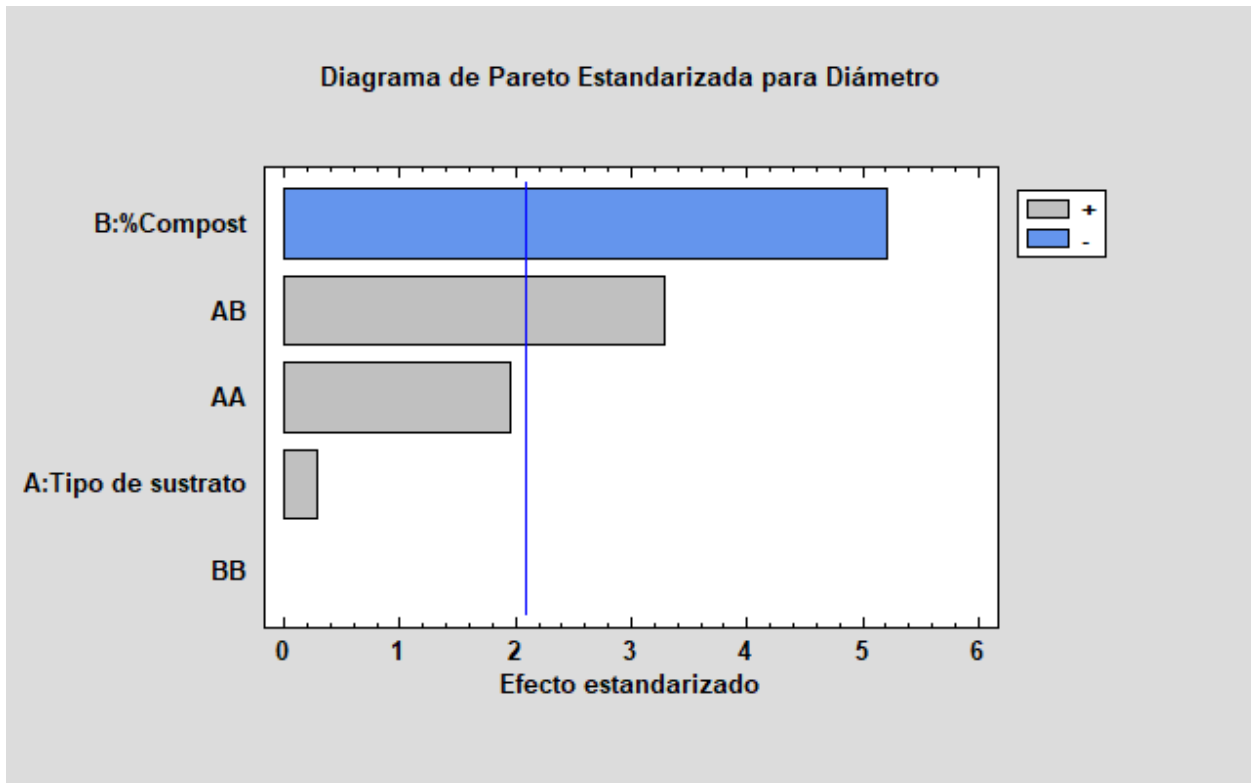
<b>1</b>	-1	10	3.4	21.6
<b>1</b>	-1	100	2	2
<b>1</b>	1	55	3.1	1.9
<b>1</b>	1	10	2.8	20.4
<b>1</b>	0	100	2.2	2
<b>1</b>	1	100	2.3	5
<b>1</b>	0	10	2.3	21.5
<b>2</b>	-1	100	1.9	1
<b>2</b>	0	100	1.6	7
<b>2</b>	0	10	3.4	26
<b>2</b>	-1	10	3.2	2.6
<b>2</b>	1	55	2.8	2.1
<b>2</b>	-1	55	2.6	1.6
<b>2</b>	0	55	2.6	3.2
<b>2</b>	1	100	2.3	2.8
<b>2</b>	1	10	2.9	30
<b>3</b>	-1	10	3.6	21.4
<b>3</b>	0	100	2.2	3
<b>3</b>	1	55	2.5	3
<b>3</b>	1	100	3.5	3
<b>3</b>	-1	100	2.2	1.2
<b>3</b>	-1	55	3	8.8
<b>3</b>	0	55	2.4	2.9
<b>3</b>	1	10	2.7	22
<b>3</b>	0	10	3.3	23.7

A partir de los datos recopilados por los estudiantes se realizaron los gráficos correspondientes que describen el efecto del biofertilizante producido en las plantas de frijol. La figura 28 de efectos principales para el diámetro de la planta de frijol muestra el cambio en la variable de respuesta (diámetro en mm) cuando se hace el cambio a un factor, que para el caso en particular son el tipo de sustrato y el porcentaje de compost utilizado.

**Figura 28.** Gráfica de efectos principales para el diámetro de la planta de frijol lima.

*Nota.* En el gráfico el tipo de sustrato -1.0 se refiere al fertilizante realizado a base de cáscaras de plátano y 1.0 al de papa, y el porcentaje de compost utilizado fue de 10% y 100%. Fuente StatAdvisor

De acuerdo al gráfico de efectos principales se puede observar que el crecimiento en el diámetro del tallo de la planta de frijol lima baja al utilizar el biofertilizante a base de cáscaras de plátano, mientras que aumenta cuando se usa el compost de cáscaras de papa, entonces 1.0 es ligeramente mejor. Por otro lado, el mayor efecto en la variable de respuesta fue el biofertilizante con una concentración del 10%, esto con respecto al usado al 100%, pasando de 2.875 a 2.05 mm aproximadamente. De acuerdo a estos resultados, se puede decir que el efecto en el diámetro de la planta fue favorecido con el biofertilizante a base de cáscaras de papa y con una concentración al 10%.

**Figura 29.** Diagrama de Pareto Estandarizada para el diámetro de la planta de frijol.

Nota. Fuente StatAdvisor.

El diagrama de Pareto Estandarizado de la figura 29, muestra los efectos estadísticamente significativos desde el más grande hacia el más pequeño para un alfa de 0.05 para las interacciones entre variables independientes. Para este caso, se puede observar que el % de compost y la combinación del % de compost con el tipo de sustrato tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el diámetro de la planta de frijol Lima. Es decir, que cuando se combinan los diferentes tipos de compost a diferentes concentraciones se potencia el efecto.

**Análisis de Varianza para el diámetro****Tabla 13.** *Análisis de varianza para el diámetro de la planta de frijol lima.*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
<b>A: Tipo de sustrato</b>	0.00888889	1	0.00888889	0.08	0.7811
<b>B: %Compost</b>	3.04222	1	3.04222	27.19	0.0000
<b>AA</b>	0.426667	1	0.426667	3.81	0.0657
<b>AB</b>	1.20333	1	1.20333	10.76	0.0039
<b>BB</b>	0.0	1	0.0	0.00	1.0000
<b>Bloques</b>	0.38	2	0.19	1.70	0.2096
<b>Error total</b>	2.12556	19	0.111871		
<b>Total (corr.)</b>	7.18667	26			

R-cuadrada = 70.4236 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 59.5271 por ciento

PRESS = 4.25433

R-cuadrado (predicho) = 40.8025 por ciento

Error estándar del est. = 0.334472

Error absoluto medio = 0.213992

Estadístico Durbin-Watson = 2.49591 (P=0.8149)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0.263431

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de diámetro en piezas separadas para cada uno de los efectos. Además, prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del

95.0%, las cuales son el % de compost y la combinación del % de compost con el tipo de sustrato. Además, el valor-P para el tipo de sustrato es mayor 0.05, por ende, no es estadísticamente significativo y por tanto no es concluyente decir que el biofertilizante que tiene mejor efecto en el diámetro de la planta de frijol Lima es el compost a base de papa.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 70.4236% de la variabilidad en el diámetro. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 59.5271% lo que indica un ajuste moderado de los datos en el modelo.

El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.334472. El error medio absoluto (MAE) de 0.213992 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%. Por tanto, se concluye que los residuos del modelo no muestran un patrón sistemático de correlación temporal, lo que sugiere que el modelo puede ser adecuado para describir los datos observados.

### **Optimizar Respuesta**

Meta: maximizar Diámetro

Valor óptimo = 3.45

**Tabla 14.** *Combinación de niveles de los factores para maximizar la variable diámetro.*

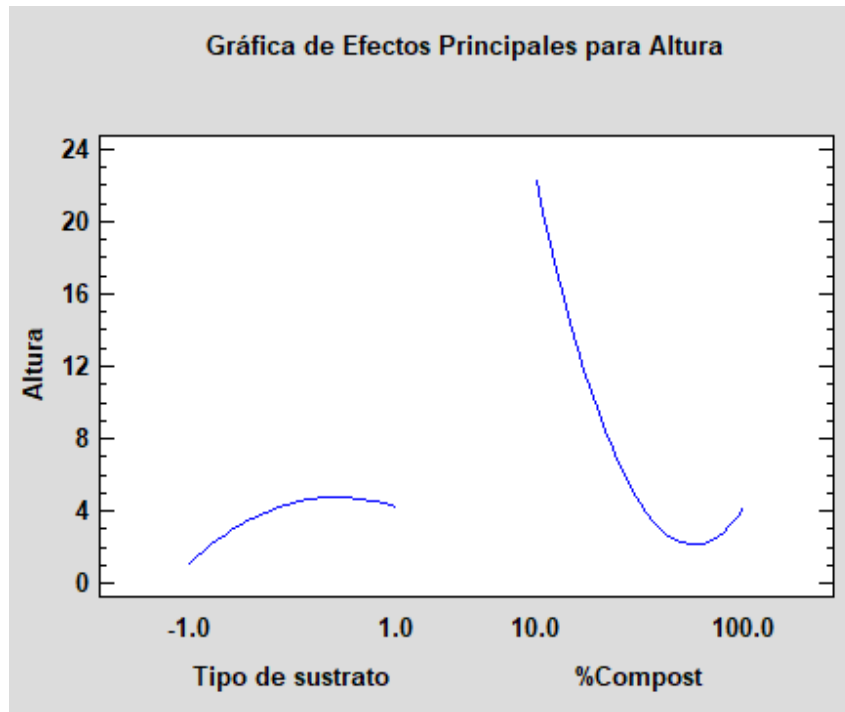
<b>Factor</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Óptimo</b>
<b>Tipo de sustrato</b>	-1.0	1.0	-1.0
<b>%Compost</b>	10.0	100.0	10.0

Nota. Fuente StatAdvisor

La tabla 14 muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza la variable diámetro sobre la región indicada. En ella se puede establecer el valor de uno o más factores a una constante, estableciendo los límites alto y bajo en ese valor. Para este caso, es correcto decir que para el diámetro lo mejor es el sustrato -1 (biofertilizante a base de cáscaras de plátano) al 10%. Sin embargo, al comparar la optimización de respuesta y la gráfica de los efectos de la figura 5, no se puede concluir que uno u otro compost tiene mayor efecto sobre el diámetro de la especie de frijol estudiada.

Por otra parte, para el efecto que tuvo los biofertilizantes elaborados a partir del proceso de compostaje sobre el crecimiento de las plantas de frijol en la variable altura, se realizó la figura 30 de efectos principales para dicha variable de respuesta.

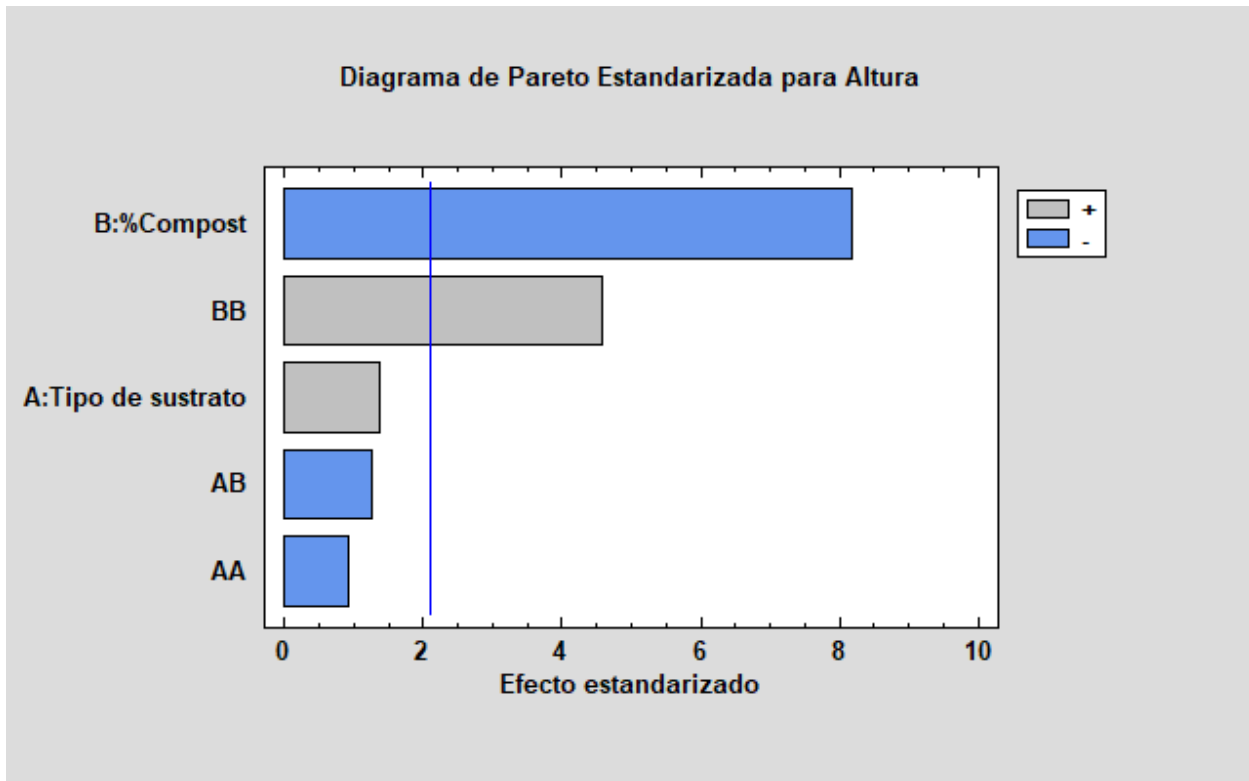
**Figura 30.** Gráfica de efectos principales para la altura de la planta de frijol



*Nota.* En el gráfico el tipo de sustrato -1.0 se refiere al fertilizante realizada a base de cáscaras de plátano y 1.0 al de papa, y el porcentaje de compost utilizado fue de 10% y 100%. Fuente StatAdvisor

En el gráfico de la figura 30 muestra que la altura de la planta de frijol lima aumenta cuando se utiliza el biofertilizante a base de cáscaras de papa. Además, coincide que la cantidad de compost debe ser baja para garantizar una óptima altura, siendo al 10% la más aceptada.

En el diagrama de Pareto Estandarizada para la altura de la figura 31, se puede observar que solo la cantidad de compost tiene un efecto significativo independiente del tipo de sustrato que se utilice. En otras palabras, se concluye que las plantas de frijol desarrollan su altura sin importar el tipo de compost.

**Figura 31.** Diagrama de Pareto estandarizado para la altura de la planta de frijol.

### Análisis de Varianza para Altura

En la tabla 15 se muestra el ANOVA realizado para la variable de respuesta de la altura de la planta de frijol

**Tabla 15.** Análisis de varianza para el diámetro de la planta de frijol lima.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>A: Tipo de sustrato</b>	42.0139	1	42.0139	1.92	0.1821
<b>B: %Compost</b>	1461.6	1	1461.6	66.73	0.0000
<b>AA</b>	19.0817	1	19.0817	0.87	0.3623
<b>AB</b>	34.0033	1	34.0033	1.55	0.2279
<b>BB</b>	461.127	1	461.127	21.05	0.0002
<b>Bloques</b>	9.44222	2	4.72111	0.22	0.8080
<b>Error total</b>	416.137	19	21.9019		
<b>Total (corr.)</b>	2443.41	26			



R-cuadrada = 82.969 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 76.6944 porciento

PRESS = 909.772

R-cuadrado (predicho) = 62.7663 porciento

Error estándar del est. = 4.67995

Error absoluto medio = 2.74609

Estadístico Durbin-Watson = 2.09198 (P=0.4198)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0.0478713

La tabla ANOVA muestra que existen 2 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%. Lo cual indica que solo la cantidad de compost influye en la altura de la planta de frijol lima.

El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 76.6944%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 4.67995. El error medio absoluto (MAE) de 2.74609 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.

**Optimizar Respuesta**

Meta: maximizar Altura

Valor óptimo = 23.6566

**Tabla 16.** Optimización de respuesta para maximizar la altura de la planta de frijol

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Tipo de sustrato	-1.0	1.0	0.900002
%Compost	10.0	100.0	10.0

Nota. Fuente StatAdvisor

Esta tabla 16 muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza la altura de la planta de frijol. Se puede establecer que para obtener una altura deseada es necesario utilizar el biofertilizante al 10% de concentración.

Los resultados obtenidos muestran que el diámetro para el frijol Lima (*Phaseolus vulgaris* L), no es afectado por el tipo de compost, ya que el comportamiento de los datos no fue concluyente para esta variable. Sin embargo, es importante precisar que la cantidad de biofertilizante si posee un efecto significativo en la planta para el diámetro, siendo el 10% la más óptima para este caso en particular. Esto coincide con lo reportado por Olascuaga (2020) quien encontró cuando se usaban dosis relativamente bajas de 20 y 40 t/ha del compost de cascara de plátano hubo un incremento en diámetro y a dosis de 60 t/ha, muestra menor diámetro. Debido a que “un exceso de composta puede provocar la saturación del suelo y por ende la muerte de las plantas” (Cantero, 2011, pág. 70), que fue lo observado cuando se utilizó 100% de ambos fertilizantes.

Los resultados obtenidos muestran que la altura para el frijol Lima (*Phaseolus vulgaris* L) es favorecida por la cantidad y/o porcentaje de compost sin importar el tipo de biofertilizante que

se utilice. Lo cual fue consistente con lo reportado por Cantero (2011), quién en un estudio sobre los efectos de la aplicación de composta sobre la variedad de frijol Lima y maíz, concluyeron que la aplicación de 10% de biofertilizante de residuos orgánicos influyeron positivamente en la altura de las dos especies vegetales estudiadas. Por otra parte, la altura del frijol no se ve afectada por el tipo de compost a base de cáscaras de plátano, puesto que Olascuaga (2020), encontró que la mayor altura desarrollada por esta planta se dio cuando se le aplicaba un biofertilizante elaborado a partir de residuos del comedor universitario en una dosis de 60 t/ha con relación al testigo y al compost de cáscaras de plátano. Adicional a esto, (Astulla, 2019), también encontró que ninguno de los abonos orgánicos utilizados en su estudio, tuvieron efecto sobre el crecimiento del frijol en relación a la longitud del tallo.

Los resultados obtenidos frente al efecto del biofertilizante en la longitud y el diámetro del frijol Lima (*Phaseolus vulgaris* L), podría explicarse debido a que esta planta demanda una cantidad considerable de nutrientes, principalmente requiere niveles elevados de nitrógeno (1.5% - 3.0%), potasio (200-300 mg por 100 g base seca) y fósforo (10-30mg/kg) para su óptimo crecimiento y desarrollo (Hernández, 2009, citado por Ortiz, 2010; Chávez, 2020 y FAO, 2007). Y según el Centro de Estudios y de Investigación en Biotecnología –CIBIOT–, el Centro de Investigación e Innovación Energía –CIEN, EPM y la Universidad Pontificia Bolivariana (2015) los residuos de plátano (*Platanus occidentalis*) utilizado para fertilizar el suelo, de acuerdo al software OpenBiotec, contenían 2.1% de nitrógeno y 860 de P, 1.65 de Mg, 713 de Mn, 21.9 de Ca, 377 de Zn, 9.75 de Fe (en unidades de mg/kg) y la relación C/N fue de 20.57; mientras que los residuos de papa capira (*Solanum tuberosum*) contenía 2.2% de nitrógeno, 342 mg/kg de P, 2.8 de Mg, 711 de Mn, 21.88 de Ca, 61 de Zn, 931 de Fe y la relación C/N fue de 16.86. Además, la concentración de potasio encontradas en cáscaras de plátano y papa fue de 47.82 y 29.58 mg por

cada 100 g base seca, respectivamente (García et al. 2019). Sin embargo, estos valores son teóricos y sirven de referencia para analizar los resultados obtenidos.

De acuerdo a los valores nutricionales reportados anteriormente, se puede deducir que la cantidad de nitrógeno que aportaron los biofertilizantes para el crecimiento del frijol Lima era óptimo para la altura y el tallo. Por otro lado, los niveles en la concentración de fósforo fueron elevados para ambos fertilizantes (860 y 342 mg/kg) en comparación con los niveles óptimos, lo que se traduce en una saturación de este compuesto que puede llegar a afectar la eficiencia en la absorción de nutrientes y el rendimiento del cultivo (Chávez, 2020). Finalmente, para el caso del potasio se evidencia que los biofertilizantes aportaron bajas cantidades de este elemento en la planta, lo que puede traducirse en un retraso en el crecimiento debido a que el K se encarga de la regulación de procesos metabólicos importantes (Gaviria & Ordonez, 2019).

En conclusión, a partir de la práctica experimental realizada por los estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Rural La Cruzada, se pudo determinar que la cantidad de biofertilizante aplicado ejerce un mayor efecto en el crecimiento y desarrollo de la planta de frijol Lima (*Phaseolus vulgaris* L), independientemente del tipo de compost utilizado que para este caso particular, se evaluaron dos tipos de compost: uno elaborado a base de cáscaras de papa y otro a base de cáscaras de plátano.

**Actividad 7: socialización de resultados encontrados**

En este punto final de la experiencia de aprendizaje se hizo una socialización del proceso realizado durante aproximadamente dos meses. Se organizaron los estudiantes en grupo de a cuatro integrantes y cada grupo realizó la presentación de los resultados encontrados con la ayuda del docente dinamizador. Las exposiciones se hicieron en sesión plenaria contando con la presencia de estudiantes de otros cursos y de personal docente externo, como se muestra en la figura 32.

**Figura 32.** *Socialización de los resultados del efecto de los biofertilizantes en el crecimiento de las plantas de frijol.*



Los espacios de socialización permiten a las personas adquirir información, conocimientos, normas, valores, creencias y costumbres fundamentales y relevantes para desenvolverse en el entorno social al que pertenece (Pestana, 2013). Propiciar estos espacios en el aula y sobre todo en la formación científica posibilita la apropiación social del conocimiento, así como el fomento del aprendizaje colaborativo, el intercambio de ideas y el desarrollo de habilidades comunicativas. Es así, que dar a conocer los resultados de la experiencia práctica realizada por los estudiantes sobre el efecto de biofertilizantes en el crecimiento de la planta de frijol Lima, fue una estrategia educativa que se enmarcó en el desarrollo de la competencia de indagación, puesto que, como lo

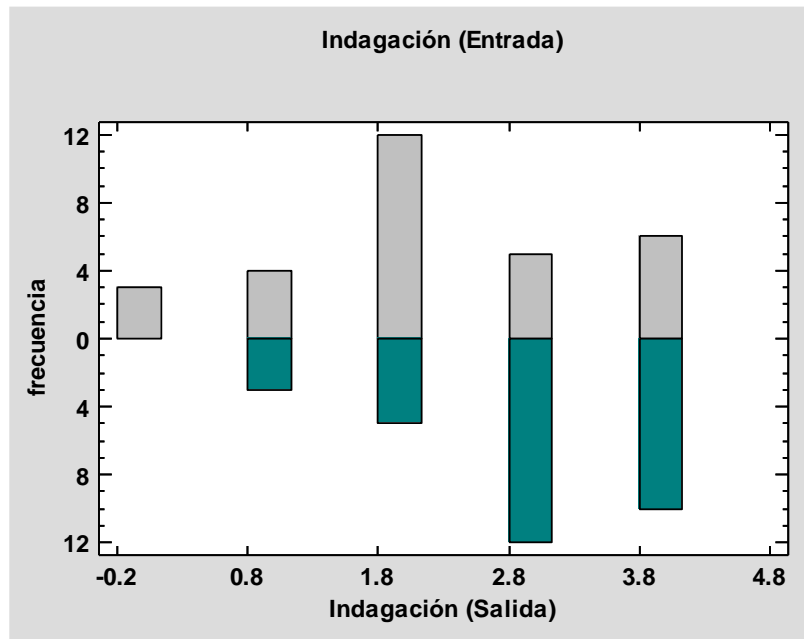
afirma Solé-Llussà et al. (2018), le permite al alumando aprender ciencia y desarrollar un conjunto de habilidades y competencias.

### **Fase 3: El nivel desarrollo de las competencias científicas de los estudiantes**

El fortalecimiento de las competencias científicas en los estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Rural La Cruzada se llevó a cabo mediante la puesta en práctica de una experiencia de aprendizaje que involucraba la elaboración de un biofertilizante a partir de las cáscaras de papa y plátano, y su posterior uso para verificar su eficacia en el crecimiento de plantas de frijol lima. Antes de la implementación de la propuesta se les aplicó un test de 15 preguntas de selección múltiple a los estudiantes (ver anexo 2), el cual pretendía medir las competencias de indagación, explicación de fenómenos y uso comprensivo del conocimiento, propuestos por el ICFES en las pruebas saber. Luego, al final de la experiencia de aprendizaje se les aplicó el mismo test a los estudiantes y se hizo un análisis estadístico para verificar el fortalecimiento de las competencias científicas evaluadas y los resultados encontrados fueron:

#### **Competencia científica: indagación**

La competencia de indagación hace referencia a la capacidad que pueden presentar los estudiantes para proponer interrogantes y métodos apropiados para encontrar, elegir, estructurar e interpretar datos pertinentes con el fin de abordar dichas preguntas. En la actividad 3, 4 y 5 de la experiencia de aprendizaje se diseñaron para lograr el fortalecimiento de esta competencia. Para verificar el cumplimiento de este propósito se extrajeron los datos del test de entrada y salida y se obtuvieron los resultados mostrados en la figura 33.

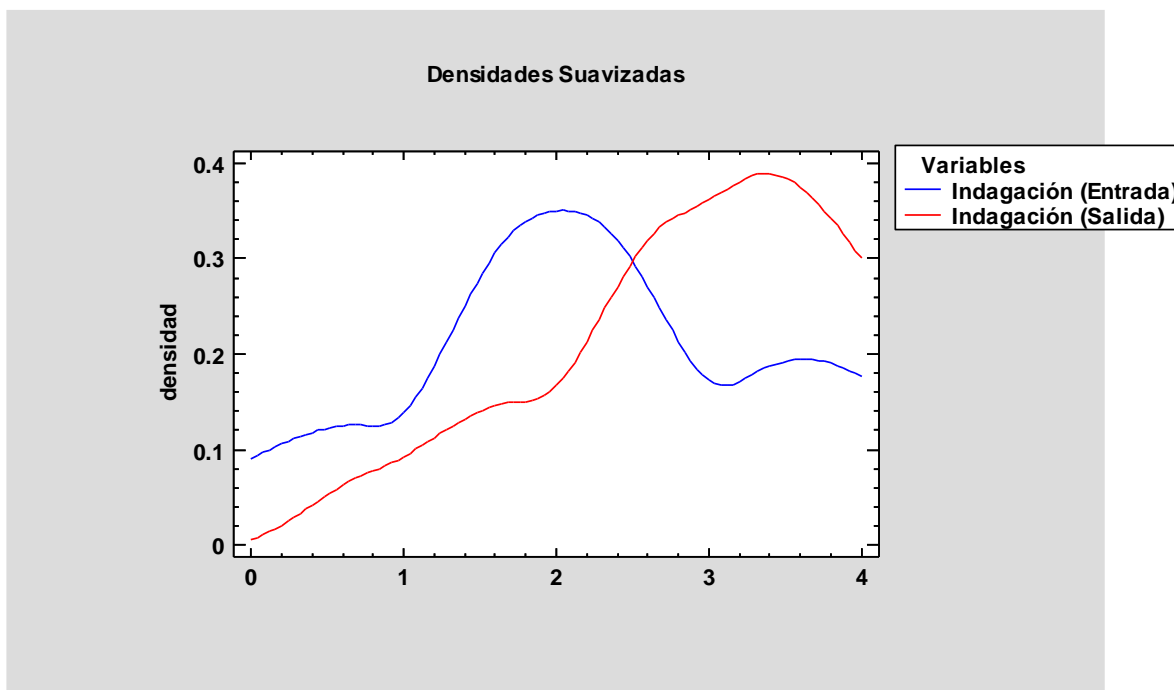
**Figura 33.** *Frecuencia de media poblacional de la competencia de indagación.*

*Nota.* Obtenidas con StatAdvisor

En la figura 33 se puede observar que la distribución de la frecuencia de la población de estudiantes de grado octavo estaba dispersa antes de desarrollar la experiencia de aprendizaje, mostrando la existencia de alumnos con desempeños deficientes en la competencia evaluada. Además, los resultados del test de entrada indican que gran parte del alumnado se encontraban en la media 1.8. Por su parte, en el test de salida se puede ver que hubo una redistribución de la población mostrando una mayor concentración de estudiantes hacia promedios más altos, 2.8 y 3.8. Esto indica después de aplicar las actividades propuestas en la experiencia de aprendizaje hubo una mejora en el fortalecimiento de la competencia de indagar. Adicional a ello, la cantidad de alumnos con desempeños deficientes su ampliamente reducido después de la propuesta de intervención.

Por otra parte, en la figura 34 se puede visualizar la distribución de los datos obtenidos en el test de entrada y en el de salida a los 30 estudiantes del grado octavo a los cuales se les aplicaron dichos test. La curva que describe la densidad de los datos en el test de entrada (color azul), muestra un comportamiento similar a la distribución normal, mientras que la curva del test de salida (color rojo), evidencia un sesgo negativo.

**Figura 34.** Diagrama de densidades de la población en la competencia de indagación.



*Nota.* Obtenidas con StatAdvisor

En la figura 34 se puede ver, según la curva de color azul, que antes de la puesta en práctica de la experiencia de aprendizaje los estudiantes tenían en la competencia de indagación un promedio de 2.233 y la mayoría de ellos se encontraban en el intervalo de 1 a 3 puntos, según la prueba. Además, una mínima parte de la población se encontraba entre los rangos más bajos de 0 a 1 y en los más altos de 3 a 4. Por su parte, en la curva de color rojo, que muestra el fortalecimiento de la competencia de indagación después de la aplicación de la experiencia de aprendizaje, se



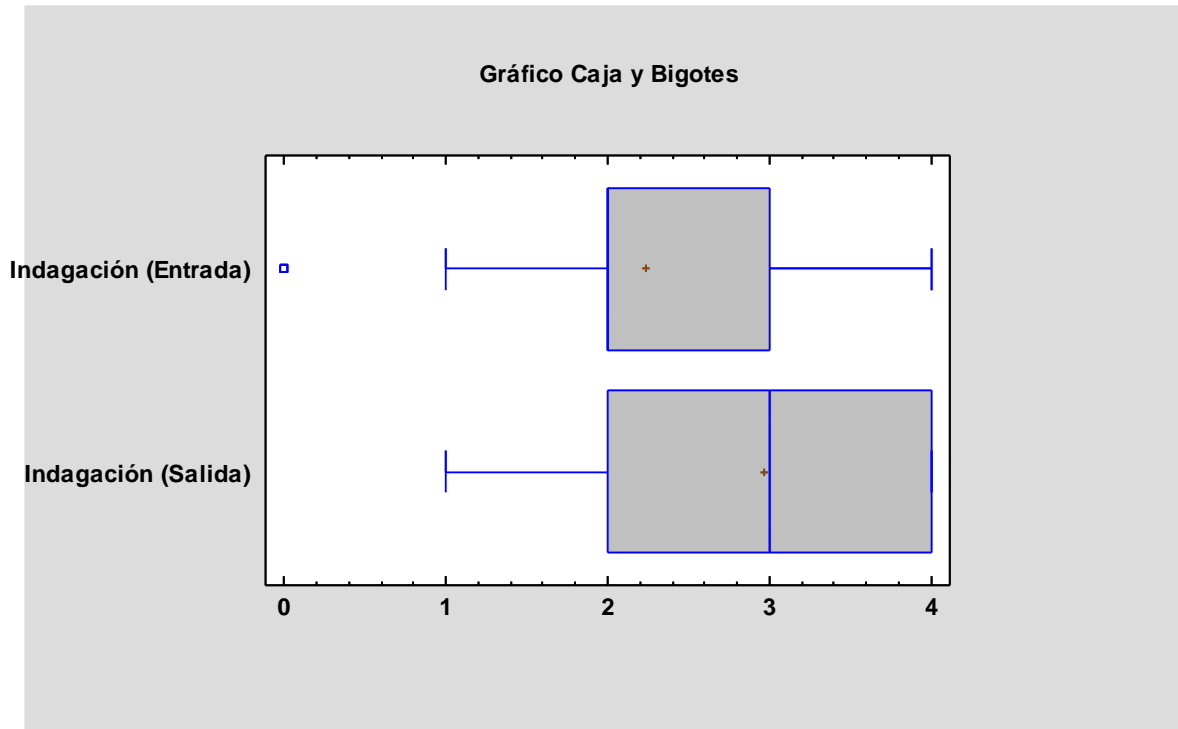
---

puede apreciar que la media de los datos aumentó a 2.966 y la mayor concentración de los datos se encontró en el intervalo de 2 a 4 puntos en la prueba.

Al comparar las curvas de las densidades suavizadas se puede ver que el nivel de desarrollo de las competencias de indagación en los estudiantes de grado octavo de la I. E. R. La Cruzada mejoraron después de la intervención con la experiencia de aprendizaje diseñada. Debido a que la mayor parte de los estudiantes se concentraron en el rango más alto de los desempeños obtenidos en la prueba de salida, con respecto al test de entrada que el nivel de la competencia se ubicaba en los rangos intermedios. Además, se puede anotar que la menor proporción de la población se encontraron en los niveles más bajos en el test de salida, los cuales se ven representados en la cola de la curva roja de la figura 34.

Por otro lado, a partir de los datos recolectados en las dos pruebas aplicadas a los estudiantes se construyó el gráfico de cajas y bigotes (figura 35). En el cual se puede observar que en el test de entrada que la media de la población se encontraba en el punto 2,2, mientras que en el de salida, ese promedio se mueve hacia valores más cercanos a la mediana, 2,9.

**Figura 35.** Diagrama de cajas y bigotes para los datos obtenidos en los test aplicados a los estudiantes.



*Nota.* Obtenidas con StatAdvisor

Adicional a lo anterior, se puede ver en la figura 35 que en la competencia de indagación después de la experiencia de aprendizaje, los niveles de desarrollo de los estudiantes se encuentran entre los puntos 2 y 4 al presentarse una mayor concentración de los datos en estos intervalos, a diferencia del test inicial donde la mayor parte de la dispersión de los datos se encontraba en los puntos de 2 a 3. Además, los valores mínimos hallado en el test de entrada es de 0 y el máximo es de 4 puntos, mientras que en el test de salida el mínimo es de 1.0 y el máximo es de 4.0, por lo que se acota el rango y se traduce en una menor dispersión de los datos obtenidos.

A partir de los datos obtenidos en el test de entrada y salida se pudo estimar el resumen estadístico que se muestra en la tabla 17.

**Tabla 17.** *Resumen estadístico de los datos obtenidos en la competencia de indagación*

	<b>Indagación (Entrada)</b>	<b>Indagación (Salida)</b>
<b>Recuento</b>	30	30
<b>Promedio</b>	2.23333	2.96667
<b>Desviación Estándar</b>	1.22287	0.964305
<b>Coefficiente de Variación</b>	54.7552%	32.5047%
<b>Mínimo</b>	0	1.0
<b>Máximo</b>	4.0	4.0
<b>Rango</b>	4.0	3.0
<b>Sesgo Estandarizado</b>	-0.259213	-1.50194
<b>Curtosis Estandarizada</b>	-0.67513	-0.404883

*Nota.* La tabla contiene el resumen estadístico para las dos muestras de datos recolectadas en los test aplicados a los estudiantes del grado octavo. Fuente StatAdvisor.

A partir de la tabla 17 se puede identificar que luego de la aplicación de la experiencia de aprendizaje a los estudiantes, la competencia de indagación mejoró significativamente, lo cual se constata en la disminución del coeficiente de variación que mostró que la distribución de los datos obtenidos en cuestionario de salida con un 32.5% con respecto al de entrada que era 54.7%. Además, el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, que permiten comparar si las muestras provienen de distribuciones normales, se encontraron entre los rangos de -2 a +2, lo que significa que la distribución puede considerarse aproximadamente normal o simétrica.

Al hacer la comparación de media en intervalos de confianza del 95% para la media de la competencia de indagación en el test de entrada se tiene 2.23333 +/- 0.456627 [1.77671;2.68996] y para la media en el test de salida es 2.96667 +/- 0.360078 [2.60659;3.32674]. Suponiendo varianzas iguales: -0.733333 +/- 0.569147 [-1.30248; -0.164186], se tiene:

**Prueba t para comparar medias**

Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.:  $\mu_1 \neq \mu_2$

Suponiendo varianzas iguales:  $t = -2.57917$  y el valor-P = 0.0124617 se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ , lo que indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras con un nivel de confianza de 95%.

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov**

Estadístico DN estimado = 0.533333

Estadístico K-S bilateral para muestras grandes = 2.06559

Valor P aproximado = 0.000393596

Esta prueba se realiza para comparar las distribuciones de las dos muestras. Para ello, se calcula la distancia máxima entre las distribuciones acumuladas de las dos muestras. En este caso, la distancia máxima es 0.533333. De particular interés es el valor-P aproximado para la prueba es de 0.000393596. Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las dos distribuciones con un nivel de confianza del 95.0%.

Los resultados encontrados permiten afirmar que los estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Rural La Cruzada (Remedios, Antioquia) fortalecieron la competencia científica de indagación. Puesto que la media entre los datos del test de entrada y salida tuvo una diferencia importante, pasando de 2.2 a 2.9 lo cual refleja una variación positiva en pro del fortalecimiento de la competencia evaluada, tal como lo registrado por Duque y Largo (2021) en su investigación sobre competencias científicas. Además, la experiencia de aprendizaje implementada en el marco de la propuesta curricular diseñada, logró potenciar habilidades propias

de la labor científica, lo cual va en consonancia con lo encontrado por Ceballos y Arroyo (2017), quienes afirmaron que en los alumnos se consiguió desarrollar las capacidades de observar, indagar, planear y comunicar al aplicar una propuesta didáctica basada en la competencia de indagación. Dichas aptitudes fueron fomentadas en la actividad 3 de la propuesta de aprendizaje cuando se instó al diseño y preparación de los biofertilizantes producidos para el experimento. Por su parte Estrada, et al. (2022), hallaron que la inclusión de prácticas experimentales favorece la adquisición de la competencia científica indagación, al desarrollar los procedimientos adecuados para la producción de conocimiento científico.

La integración de búsqueda de información en las actividades 3, 4 y 5 de la experiencia de aprendizaje favorecieron el fortalecimiento de la competencia científica de indagación, coincidiendo con lo reportado por Acosta et al. (2016), quienes encontraron que el desarrollo de esta competencia permite que los estudiantes fortalezcan habilidades relacionadas con la curiosidad y el reconocimiento de fuentes de indagación. Lo cual también fue reportado por Barrientos (2017) en su investigación, informando que “la necesidad de consultar información necesaria para llevar a cabo una tarea específica, [...] favorece las competencias científicas y sirve de motivación para la indagación, la pesquisa y el rastreo de información especializada” (p. 66). Además, Acosta et al. (2016), destacaron la importancia de vincular los saberes previos en la inclusión de la indagación en los procesos de enseñanza, tal y como se llevó a cabo en esta investigación en las actividades 1 y 2 de la experiencia de aprendizaje, porque ayuda a la búsqueda de conocimiento, despierta la curiosidad ante el mundo, fomenta el pensamiento crítico en el estudiante.

La actividad 6 de la experiencia de aprendizaje permitió el fortalecimiento de la competencia científica de indagación en los estudiantes. Debido a que, gracias a ella, se puso en

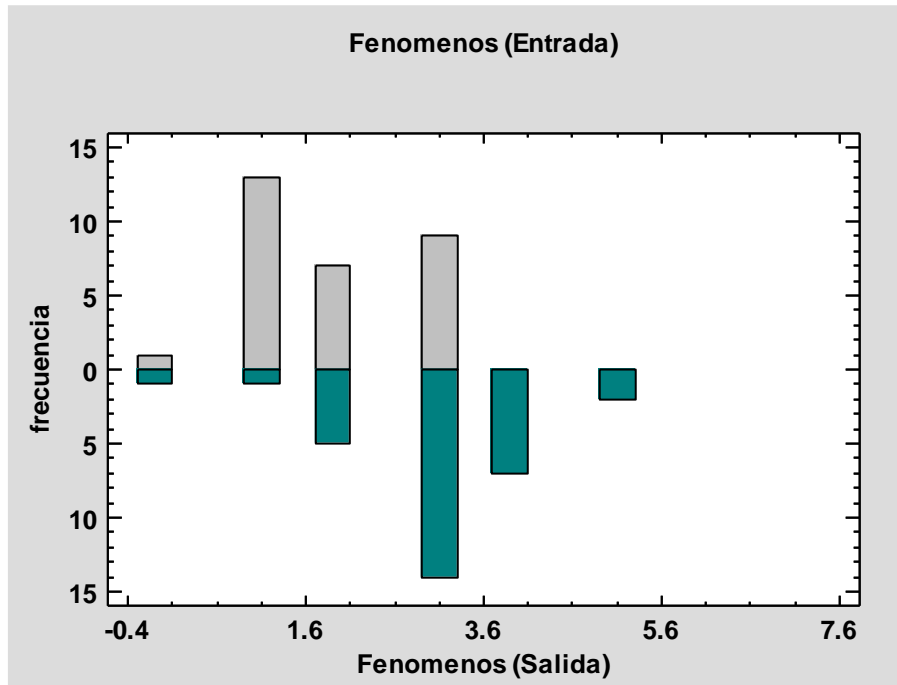
práctica habilidades como la observación, proponer variables, hacer mediciones y organizar resultados a la hora de verificar el efecto de los biofertilizantes en el crecimiento de las plantas de frijol lima. Esto va en consonancia con lo reportado por Parra (2020), quien encontró que el fortalecer la competencia científica en el alumnado no solo posibilitó el desarrollo de estas habilidades, sino que además potencia “el pensamiento científico [...] e introduce al estudiante al mundo de la ciencia” (p. 182). Desde este punto de vista, es posible aseverar que la actividad propuesta para el objetivo planteado promovió con éxito el fortalecimiento de la competencia de indagación.

### **Competencia científica: explicación de fenómenos**

La competencia científica de explicación de fenómenos exige que los estudiantes desarrollen la habilidad para crear y comprender argumentos, representaciones o modelos que expliquen fenómenos. Durante la experiencia de aprendizaje se llevaron a cabo diversas actividades y acciones de pensamiento con los que se pretendían fortalecer dicha competencia. Los resultados obtenidos del test de entrada y salida permiten establecer que la competencia de explicación de fenómenos naturales se fortaleció en los estudiantes del grado octavo.

En la figura 36 se muestra los resultados obtenidos de la aplicación del test de entrada y salida en la competencia de explicación de fenómenos.

**Figura 36.** Comparación entre los puntajes obtenidos por los estudiantes del grado octavo en la competencia de explicación de fenómenos.

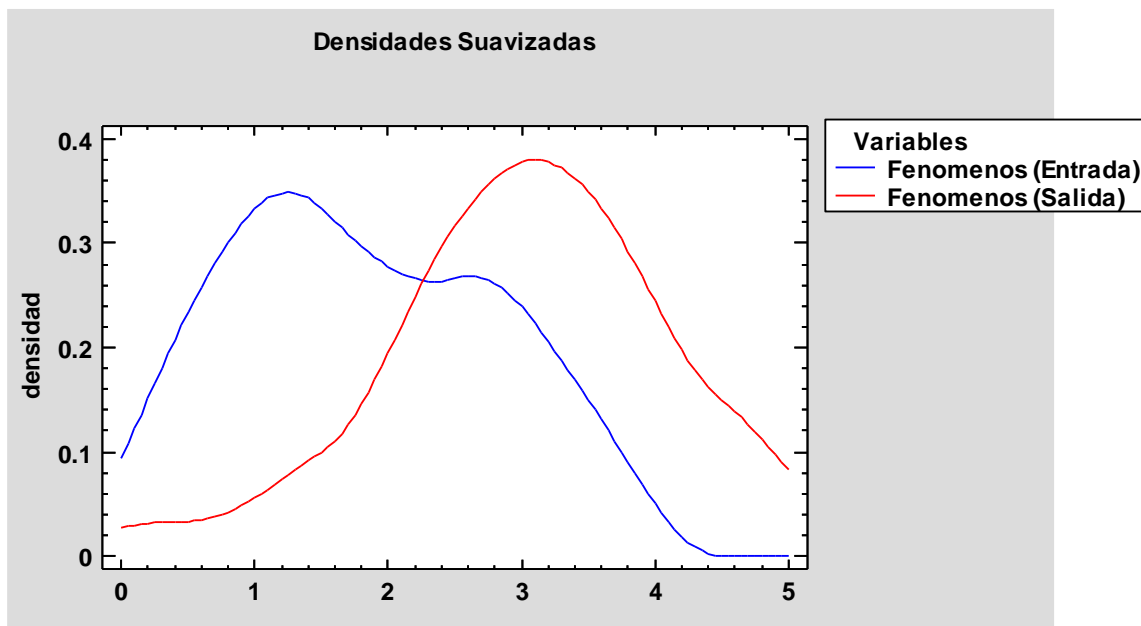


*Nota.* Las barras de color gris muestran los resultados obtenidos de los estudiantes en el test de entrada, mientras que las barras de color verde revelan los datos del test de salida. Fuente StatAdvisor.

El gráfico anterior muestra que los estudiantes objetivo del trabajo se obtuvieron puntuaciones menores a 3.6, encontrándose la mayor concentración de ellos en 1.1 y en 3.1 antes de la aplicación de la experiencia de aprendizaje. Por su parte, en el test de salida, posterior a la intervención, se puede constatar que los niveles de desarrollo de la competencia de explicación de fenómeno mejoraron ubicando a la población estudiantil en los niveles altos de 4.1 y 5.1. Además, la mayor concentración de los datos se ubicó en 3.1 puntos y en los niveles más bajos se redujo la cantidad de estudiantes en comparación con el test inicial.

Al realizar el gráfico de las densidades suavizadas de la figura 37 se puede ver que la curva que describe el comportamiento de los datos del test de entrada presenta dos máximos, es decir se forma una curva bimodal lo que significa que existía dos grupos heterogéneos frente a la competencia de explicación de fenómenos claramente definidos; por un lado, un primer conjunto ubicado en los niveles de 1.1 y un segundo grupo de estudiantes en los niveles de 2.8 aproximadamente.

**Figura 37.** *Curva de densidades suavizadas de los datos obtenidos de los test de entrada y salida para la competencia de explicación de fenómenos.*



*Nota.* La curva de color azul describe el comportamiento de los datos en el test de salida y la línea roja, los datos del test de salida para la competencia de explicación de fenómenos. Fuente StatAdvisor.

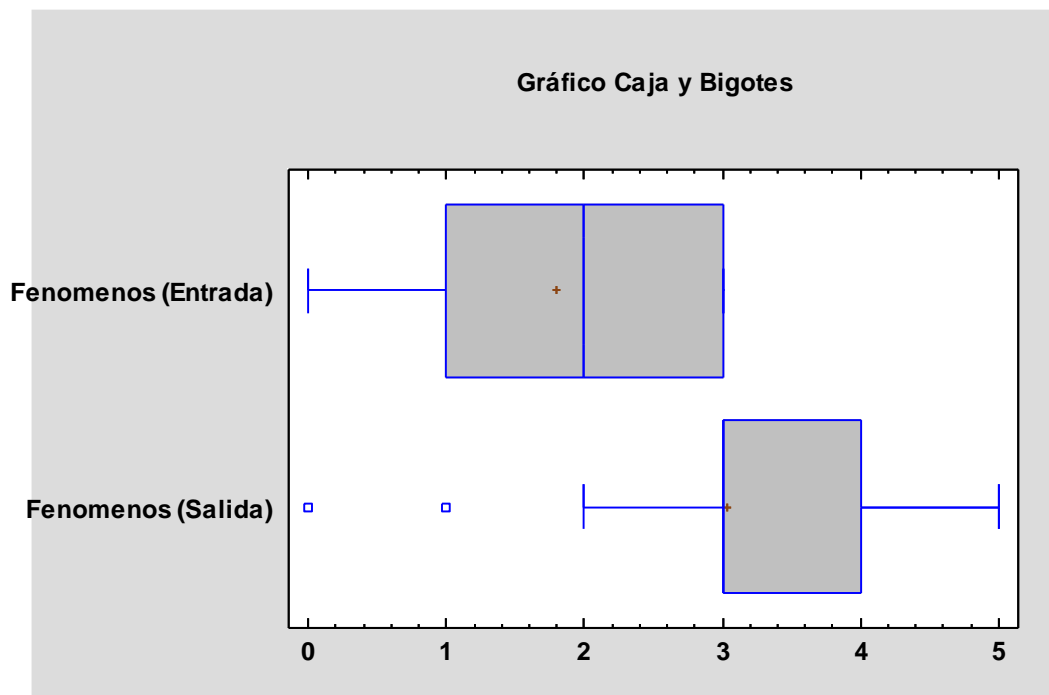
En el gráfico de la figura 37 se puede ver que luego de la aplicación de la experiencia de aprendizaje diseñada, el nivel de las competencias de explicación de fenómenos mejoró



significativamente. Debido a que la curva que describe el comportamiento de los datos del test de salida se ubicó en los niveles más altos, a partir de 2.0. Es importante apuntar que dicha gráfica también revela una homogenización significativa de la población de estudiantes en la competencia evaluada en el test de salida, mostrando una concentración mínima en los niveles más bajo.

Por su parte, en el diagrama de cajas y bigotes de la figura 38, se evidencia que el 50% de la población se encontraban de 1.0 a 3.0 y con una media de 1,8 en el test de entrada. Mientras que en el test de salida la mitad de la población de estudiantes se encontraba en los niveles de 3.0 a 4.0, un 25% en los niveles de 4.0 a 5.0 y con una media de 3.03. Esto evidencia la mejora en el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en los estudiantes del grado octavo a partir de la experiencia de aprendizaje aplicada.

**Figura 38.** *Diagrama de caja y bigotes para los datos obtenidos en los test aplicados en la competencia de explicación de fenómenos naturales.*



*Nota.* Fuente StatAdvisor.

En la tabla 18 se encuentra el resumen estadístico de los datos obtenidos en la evaluación de los niveles de fortalecimiento de la competencia de explicación de fenómenos en los estudiantes de grado octavo:

**Tabla 18.** *Resumen estadístico del pretest y postest para explicación de fenómenos.*

	<b>Fenómenos (Entrada)</b>	<b>Fenómenos (Salida)</b>
<b>Recuento</b>	30	30
<b>Promedio</b>	1.8	3.03333
<b>Desviación Estándar</b>	0.924755	1.0662
<b>Coefficiente de Variación</b>	51.3753%	35.1494%
<b>Mínimo</b>	0	0
<b>Máximo</b>	3.0	5.0
<b>Rango</b>	3.0	5.0
<b>Sesgo Estandarizado</b>	0.32593	-1.38351
<b>Curtosis Estandarizada</b>	-1.49415	1.53472

*Nota.* Fuente StatAdvisor.

En la tabla 18 se presenta el resumen estadístico para las dos muestras de datos correspondientes al test de entrada y salida sobre la competencia de explicación de fenómeno. En él se puede observar que el rendimiento de los estudiantes en la competencia evaluada mejoró, lo cual es constatado por el aumento del valor del promedio del test de salida (3.0333) con respecto al inicial (1.8). Además, el coeficiente de variación disminuyó de un 51.3% del test de entrada a un 35.1% en el test de salida, lo que indica que hay una mayor homogeneidad o consistencia en los datos. Finalmente, el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada se encuentran dentro del rango de -2 a +2, lo que indica que las entre las dos muestras son estadísticamente significativas.

Al hacer la comparación de medias en Intervalos de confianza del 95.0% para la media de la competencia de explicación de fenómenos del test de entrada se tiene  $1.8 \pm 0.34531$  [1.45469; 2.14531] y para la media del test de salida en la misma competencia es  $3.03333 \pm 0.398126$

[2.63521;3.43146] y para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales se tiene -1.23333 +/- 0.515802 [-1.74913; -0.717532].

### **Prueba t para comparar medias**

Hipótesis nula:  $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.:  $\mu_1 \neq \mu_2$

Suponiendo varianzas iguales:  $t = -4.78632$  valor-P = 0.0000121095, entonces se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$  a favor de la hipótesis alterna. Puesto que el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias se extiende desde -1.74913 hasta -0.717532, se puede deducir que el intervalo no contiene el valor 0 y, por tanto, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras con un nivel de confianza del 95.0%.

También puede usarse la prueba-t para evaluar hipótesis específicas acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a 0.0 versus la hipótesis alterna de que la diferencia no es igual a 0.0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula en favor de la alterna.

### **Prueba de Kolmogorov-Smirnov**

Estadístico DN estimado = 0.766667

Estadístico K-S bilateral para muestras grandes = 2.96929

Valor P aproximado = 4.39512E-8

Al comparar la distribución de las dos muestras a través de a prueba de Kolmogorov-Smirnov, se tiene que la distancia máxima es 0.766667 y el valor-P aproximado para la prueba es de 4.39512E-8. Como el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las dos distribuciones con un nivel de confianza del 95.0%.

Los resultados descritos anteriormente permiten evidenciar que la competencia de explicación de fenómenos mejoró en los estudiantes teniendo en cuenta el test de entrada y el test de salida, coincidiendo con los resultados de Parra (2020) cuyos participantes tenían un estado inicial de dominio del 45% en dicha competencia y del 83% como estado final, evidenciado una mejora significativa en el fortalecimiento de la explicación de fenómenos por medio de la argumentación. De igual manera, estos datos coinciden con los reportados por Arrieta y López (2021) quienes verificaron el fortalecimiento de esta competencia después de la intervención pedagógica al obtener una media de 2,33 y 3,9 pre-test y post-test, respectivamente.

Dentro de las actividades de aprendizaje diseñadas, los estudiantes se enfrentaron a la organización de información en tablas, como ocurrió en la actividad 3 y 6 donde se registraron valores de pH y temperatura, el crecimiento y el diámetro de la planta de frijol. Este tipo de experiencias pueden fortalecer el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos en los estudiantes, teniendo en cuenta los hallazgos de Orozco y Varela (2021), quienes obtuvieron en los resultados de su investigación que los estudiantes mejoraron en la representación de información por medio del uso de tablas y gráficos, lo cual es fundamental en las ciencias naturales en lo relacionado con la explicación de fenómenos (p. 86).

Desde lo expuesto por Ramírez (2018) en su investigación, se encontró que la experimentación desde situaciones de la vida cotidiana, contribuyen a mejorar la competencia científica de la explicación de fenomenos, coincidiendo con los hallazgos de la presente

investigación, teniendo en cuenta que la elaboración del biofertilizante ya es muy común en diferentes zonas del país, en especial zonas rurales como lo es el contexto donde se realizó esta investigación. De igual manera, esta misma autora concluyó que las actividades de socialización y puesta en común posibilitó el fortalecimiento de la competencia explicar, relacionándose también con lo realizado en la experiencia de aprendizaje, puesto que las actividades tenían el componente de socialización y explicación entre pares.

Por otro lado, es relevante mencionar que la explicación de fenómenos es una competencia que se potencializa por la información que se percibe por medio de los sentidos, en especial de la observación tal como lo infiere López (2022). Es por esta razón que se pudo inferir que desde las actividades 1 y 2 de la experiencia de aprendizaje se fortalece la competencia de explicación de fenómenos, debido a que en ellas, los estudiantes por medio de la observación construyeron explicaciones válidas empleando nociones y conceptos previos para dar razón del por qué de los fenómenos ilustrados en las imágenes sobre fermentación, la descomposición de la materia y el crecimiento de las plantas.

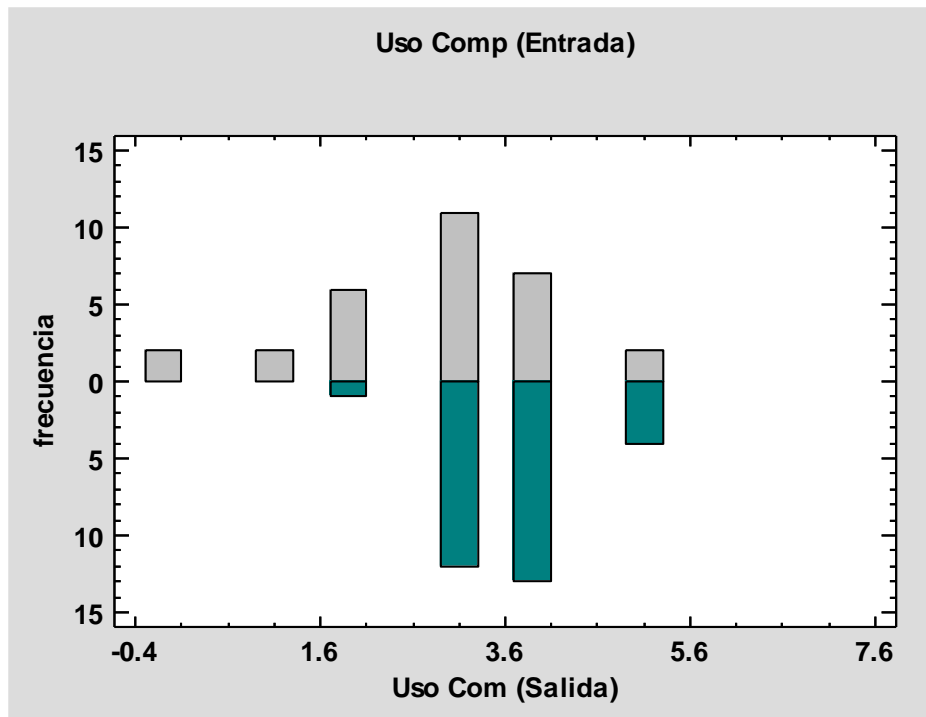
La competencia de explicación de fenómenos es una de las que más dificultades evidencian los estudiantes, como lo expone Isaza (2017), quien además reconoce que esta competencia es de suma importancia porque permite evidenciar el conocimiento adquirido. Pese a ello, en la presente investigación, esta competencia fue la que mostró mejores resultados en los niveles de apropiación, debido a que la población participante se ubicó en los rangos más altos en comparación con las demás competencias evaluadas. Prueba de ello se evidencia en la figura 37 donde inicialmente existía un grupo heterogéneo en relación al nivel de apropiación de la competencia. Sin embargo, después del desarrollo de las actividades de la experiencia de aprendizaje se consolidó un grupo homogéneo, lo que indica que los estudiantes tuvieron avances significativos en su fortalecimiento.

**Competencia científica: uso comprensivo del conocimiento**

La competencia científica de uso comprensivo del conocimiento es la capacidad de comprender y utilizar principios, teorías y conceptos científicos para abordar desafíos. Esta competencia fue fortalecida a partir de la experiencia de aprendizaje aplicada a los estudiantes y evaluada mediante el test de entrada y salida. Los resultados obtenidos en las pruebas aplicadas a la población estudiantil objetivo se muestran a continuación.

Los resultados obtenidos de las pruebas aplicadas a los estudiantes para evaluar el fortalecimiento de la competencia de uso comprensivo del conocimiento mostraron que, antes de la aplicación de la experiencia de aprendizaje, había alumnos que se ubicaban en niveles bajos de desarrollo de la competencia (menores a 2.1) y la mayor proporción de la población se encontraba en el intervalo de 2.8 hasta 3.6. Por su parte, los resultados del test de salida mostraron una mejoría en la competencia evaluada, debido a que ningún estudiante se ubicó en los niveles bajos, aumentando la concentración de estudiantes en los puntajes de 3.1 en adelante y además se evidencian mayor cantidad de alumnos en el nivel más alto (ver figura 39).

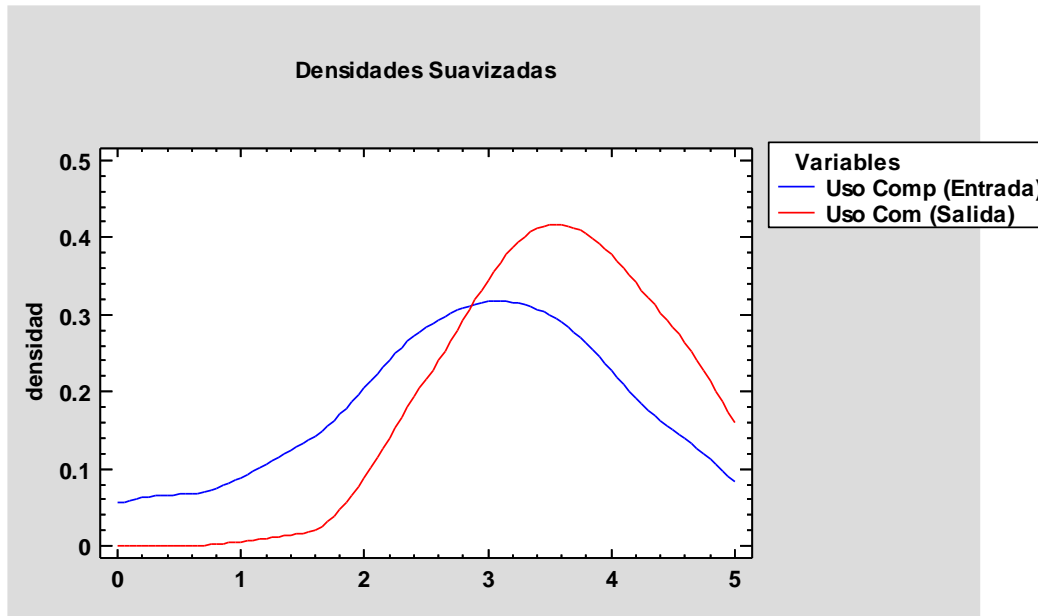
**Figura 39.** Gráfico de frecuencia para los datos obtenidos en los test de entrada y salida para la competencia de uso comprensivo del conocimiento.



*Nota.* Las barras en color gris representan los datos que se obtuvieron en el test de entrada, mientras que las barras verdes son aquellos arrojados por el test de salida. Fuente StadAdvisor.

En la figura 40 de las densidades suavizadas de los datos obtenidos en las pruebas aplicadas a los estudiantes se puede observar las curvas que representan el test de salida tiene una mayor altura con respecto a la curva de entrada. Esto indica que hay mayor concentración de los datos en el intervalo de 2.8 hasta 5.0, lo que implica que la competencia de uso comprensivo de conocimiento se fortaleció en los alumnos, ubicándolos en un mayor grado de desarrollo. También, se puede ver que se disminuyó la cantidad de estudiantes en los niveles más bajos en el test de salida, evidenciando cambio significativo en la mejora de la competencia en cuestión.

**Figura 40.** Gráfico de densidades suavizadas de los datos obtenidos en los test de entrada y salida para la competencia de uso comprensivo del conocimiento.

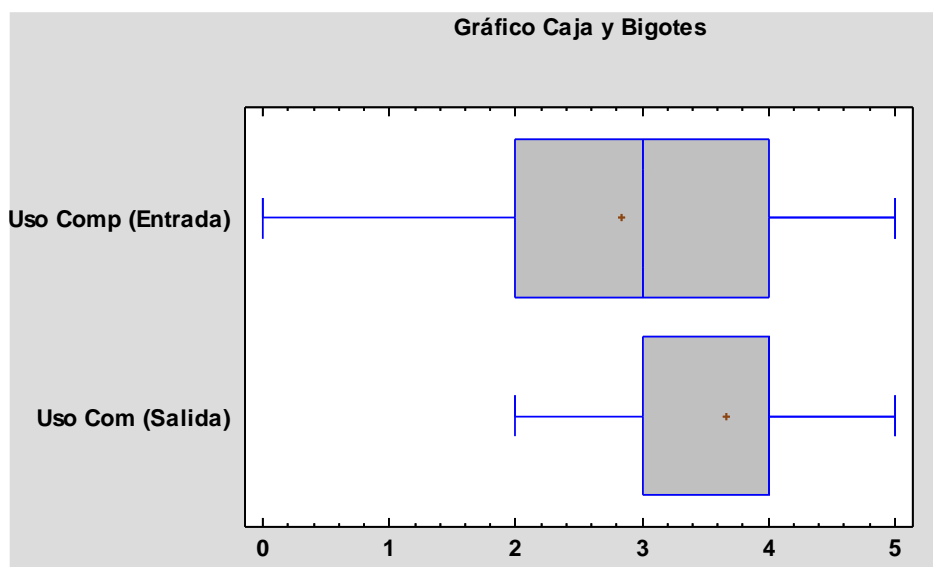


*Nota.* Gráfico de densidades suavizadas de la competencia de uso comprensivo del conocimiento en los estudiantes de grado octavo. La curva azul representa los resultados del test de entrada y la curva roja, el test de salida.

En el diagrama de caja y bigotes (figura 41) se puede observar que la media de los datos que representan los niveles de desarrollo y fortalecimiento de la competencia de uso comprensivo del conocimiento aumentó después de aplicación de la experiencia de aprendizaje, pasando de un 2.8 a 3.6. Además, la dispersión de los datos fue más concentrada en el intervalo de 3.0 a 5.0 puntos de acuerdo al test de salida, lo que se traduce en la mejora de la competencia con respecto al estadio inicial en el que se encontraban los estudiantes.



**Figura 41.** Diagrama de caja y bigotes de los resultados del test de entrada y salida en la competencia de uso comprensivo del conocimiento.



Nota. Fuente StadAdvisor.

A partir de los resultados encontrados en la competencia evaluada se realizó el resumen estadístico de la tabla 19.

**Tabla 19.** Resumen estadístico obtenido a partir de los datos de los test de entrada y salida para la competencia de explicación de fenómenos.

	Uso Comp (Entrada)	Uso Com (Salida)
<b>Recuento</b>	30	30
<b>Promedio</b>	2.83333	3.66667
<b>Desviación Estándar</b>	1.26173	0.758098
<b>Coficiente de Variación</b>	44.5315%	20.6754%
<b>Mínimo</b>	0	2.0
<b>Máximo</b>	5.0	5.0
<b>Rango</b>	5.0	3.0
<b>Sesgo Estandarizado</b>	-1.22475	0.337094
<b>Curtosis Estandarizada</b>	0.225408	-0.444658

Fuente: StadAdvisor

De acuerdo a la tabla 19 se puede ver que la desviación estándar del test de entrada fue de 1.261 y del test de salida fue de 0.758, esta disminución puede interpretarse como una mejora en la consistencia del desempeño de los estudiantes en la competencia evaluada después de la experiencia de aprendizaje, lo que sugiere que la intervención tuvo un efecto positivo en el desarrollo de la habilidad que se evaluó. Además, el coeficiente de variación pasó de 44.53% a 20.67%, lo que puede interpretarse como una mejora en la consistencia del desempeño de los estudiantes, lo que permite aseverar que la experiencia pudo haber reducido la dispersión de los resultados y aumentado la uniformidad en el desempeño de los estudiantes en la competencia de uso comprensivo del conocimiento.

Por otro lado, los valores del sesgo y la curtosis estandarizada se encuentran dentro del rango esperado (-2 a +2), lo cual sugiere que la distribución de los datos tiene propiedades deseables o típicas, como simetría y forma similar a una distribución normal.

### **Comparación de Medias**

Al hacer el análisis de la comparación de media para intervalos de confianza del 95.0% en la competencia de uso comprensivo del conocimiento se tiene

Media de Uso Comp (Entrada): 2.83333 +/- 0.471137 [2.3622; 3.30447]

Media de Uso Comp (Salida): 3.66667 +/- 0.283079 [3.38359; 3.94975]

Suponiendo varianzas iguales: -0.833333 +/- 0.537946 [-1.37128; -0.295387]

**Prueba t para comparar medias**

Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

Hipótesis Alt.:  $\text{media1} \neq \text{media2}$

Suponiendo varianzas iguales:  $t = -3.10087$  valor-P = 0.00297721

Entonces, se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ . Puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%.

La prueba-t se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a 0.0 versus la hipótesis alterna de que la diferencia no es igual a 0.0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0.05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna.

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov**

Estadístico DN estimado = 0.666667

Estadístico K-S bilateral para muestras grandes = 2.58199

Valor P aproximado = 0.00000323919

En este caso, la distancia máxima es 0.666667. De particular interés es el valor-P aproximado para la prueba. Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las dos distribuciones con un nivel de confianza del 95.0%.

Es de esta manera, al tener presente los datos obtenidos anteriormente y al confrontarlos con las experiencias de otros autores que también se han interesado por el desarrollo de las competencias científicas encontramos que Parra (2020) pudo comprobar que a través de la enseñanza por medio de juegos interactivos, los estudiantes objeto de su estudio pudieron subir el nivel de apropiación de la competencia científica del uso comprensivo del conocimiento del 55%

al 85%, resultados que coinciden con los hallados en esta experiencia de aprendizaje, donde los estudiantes también mostraron un avance en dichas competencias pasando de un promedio inicial de 2.83 a un promedio final de 3.66 en una escala de 1 a 5 puntos. Estos resultados también fueron consecuentes con lo encontrado por Pérez, Flórez y Mejía (2018), quienes observaron que, luego de aplicación de cuestionarios abiertos al inicial y al final de una unidad didáctica, la competencia uso del conocimiento científico se fortaleció al bajar la cantidad de estudiantes que se ubicaron en nivel bajo en dicha competencia y hallando un aumento en los niveles alto y superior, tal y como se pudo observar en el diagrama de cajas y bigotes de la figura 13 en la presente investigación.

El fortalecimiento de la competencia del uso comprensivo del conocimiento evidenciado en la población participante se dio a partir de la actividad 4 de la experiencia de aprendizaje, la cual tenía como eje articulador el dominio de los conceptos propios sobre el efecto de los biofertilizantes en el crecimiento de las plantas de frijol lima, donde se logró el objetivo de propuesto, debido a que como lo afirma Parra (2020), el hecho de llevar a los estudiantes al reconocimiento de conceptos y términos científicos sirve de apoyo para explicar fenómenos y resolver situaciones relacionadas con la temática.

En la actividad 6 los estudiantes experimentaron un proceso de observación y seguimiento en el crecimiento de las plantas, lo que ayudó al dominio de conceptos y procedimientos que les permitieron ajustar y dar solución a interrogantes y comprender situaciones del contexto, lo cual se puede apoyar con lo expresado por Barrientos (2017) cuando manifiesta que la competencia del uso comprensivo del conocimiento se identifica por medio de la observación, la comparación, búsqueda y análisis de la información y el dominio de elementos conceptuales cuando se enfrentan a escenarios de la vida real. Además, el trabajo en equipo realizado durante todas las actividades de la experiencia de aprendizaje contribuyó al fortalecimiento de la competencia. Como señalan Henao y Romaña

(2019), “el trabajo en equipos le permite [a los estudiantes] desempeñar un rol específico, ser artífices de su propio aprendizaje y tener varias alternativas para solucionar un problema o una actividad planteada” (p. 58). Esto habilita a los alumnos para reconocer eventos o fenómenos naturales y asociar diferentes conceptos para abordar preguntas que surjan del conocimiento del entorno, lo que en última instancia configura la competencia científica uso comprensivo del conocimiento.

Por otro lado, se debe reconocer la importancia del rol activo de los estudiantes en sus procesos de aprendizaje, donde ellos se apropian de los conocimientos siendo protagonistas y líderes de las actividades de aprendizaje tal y como se desarrollaron todas las experiencias en esta propuesta, donde se pretendió llevar a los estudiantes por medio de la orientación de un tutor, a fortalecer habilidades como la observación, la interiorización de conceptos, el análisis y la deducción, lo que en su conjunto ayuda a incrementar su nivel de desarrollo del uso comprensivo del conocimiento. Es así como lo plasmado anteriormente compagina con Pérez et al. (2018) quienes concluyeron que la competencia científica del uso comprensivo del conocimiento se fortaleció cuando los estudiantes protagonizan su proceso de aprendizaje. Esto es congruente con lo encontrado por Henao y Romaña (2019), quienes en su investigación también observaron que romper con el paradigma de que el docente debe hacer todas las tareas y que los alumnos son solo observadores pasivos facilitó el proceso de enseñanza-aprendizaje y, por consiguiente, fortaleció la competencia evaluada.

Finalmente, los resultados obtenidos indicaron que la experiencia de aprendizaje diseñada y aplicada dentro del marco de la propuesta curricular planteada tuvo efectos positivos en el fortalecimiento de la competencia de uso comprensivo del conocimiento. Esto concuerda con las conclusiones de Arrieta y López (2021), quienes afirmaron que los resultados de su investigación fueron concluyentes en relación con la aplicación de la unidad didáctica, ya que esta influyó en el aumento del nivel de desempeño de la competencia evaluada orientada hacia un aprendizaje significativo.



## CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados y los fundamentos teóricos abordados en la presente investigación, que tenía como propósito principal fortalecer las competencias científicas en los estudiantes de la educación básica secundaria a partir de la producción de biofertilizantes, y con los resultados encontrados, el respectivo análisis y teniendo como hilo conductor los objetivos específicos planteados se llegó a las siguientes conclusiones.

Si bien la educación en Colombia está basada por competencias, las cuales se pretenden desarrollar y fortalecer en los estudiantes, solo tres de las siete competencias evaluadas por el ICFES se promueven en los documentos oficiales del Ministerio de Educación Nacional. Por su parte, las instituciones no son ajenas a este hecho y al analizar la malla curricular de Ciencias Naturales de la institución educativa donde se llevó a cabo la investigación también se encontró que los logros propuestos apuntan al desarrollo de las competencias científicas de Indagación, Explicación de fenómenos naturales y Uso comprensivo del conocimiento. Sin embargo, las otras cuatro competencias se pueden tomar desde un enfoque transversal e integrador en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

El nivel de desarrollo de las competencias científicas de los estudiantes pertenecientes a la institución educativa donde se realizó la investigación se ubica en niveles bajos, de acuerdo con lo reportado en los últimos resultados de las pruebas externas aplicadas. En ellos, fue posible reconocer que las competencias científicas de Indagación, Explicación de fenómenos naturales y Uso comprensivo del conocimiento no tiene porcentajes mayores al 40% con relación a la escala nacional.

La propuesta curricular diseñada para el desarrollo de las competencias científicas de Indagación, Explicación de fenómenos naturales y Uso comprensivo del conocimiento, basada en

un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial fue acertado de acuerdo a los objetivos propuestos. Debido a que en el cuestionario de salida se pudo verificar un aumento importante en el fortalecimiento de las competencias mencionadas en los 30 estudiantes del grado octavo que fueron seleccionados para el estudio. Esto fue favorecido por la metodología empleada en la experiencia de aprendizaje que acercaba a los alumnos al trabajo propio de la labor científica, potenciado diversas habilidades y aptitudes en pro del desarrollo de competencias científicas a través del proceso de producción de biofertilizante.

El diseño experimental elaborado por los estudiantes y guiado por los docentes orientadores, permitió acercar al alumnado al ejercicio científico al poner de manifiesto la necesidad de utilizar diversas herramientas conceptuales y procedimentales para alcanzar el objetivo propuesto el cual era analizar el efecto de los biofertilizantes a partir de cáscaras de papa y plátano en el crecimiento del frijol Lima. A partir de ello, se logró establecer de manera concluyente que el crecimiento de la planta es afectado según la cantidad de biofertilizante utilizado independientemente del tipo de compost aplicado.

La competencia científica que presentó mayor grado de avance fue la de explicación de fenómenos naturales, puesto que los espacios de socialización en cada una de las actividades y en especial la actividad 7 en la que se compartió los resultados obtenidos, jugaron un papel crucial en el fortalecimiento de la competencia en los estudiantes, al involucrarlos en el ejercicio de la oralidad, la discusión y la puesta en acción de los conocimientos, teorías y conceptos científicos a la hora de argumentar y dar a conocer sus puntos de vistas en cada una de las actividades. Además de ello, la organización de datos e información en tablas y gráficos, así como la experimentación desde situaciones cotidiana como lo fue la producción del biofertilizante, también contribuyeron al desarrollo de la competencia de explicar.



La competencia científica de indagación también presentó un fortalecimiento importante. El cual fue favorecido por la implementación de actividades en las se promovía diferentes habilidades en los estudiantes como observar, indagar, planear, hacer mediciones, proponer variables, organizar y comunicar resultados. Además, otro de los factores que contribuyeron al desarrollo de esta competencia fue el uso de la experimentación en el laboratorio escolar en la experiencia de aprendizaje, los cuales ayudaron a promover en la curiosidad y el reconocimiento de fuentes de indagación. Todos estos factores en su conjunto configuran la competencia de indagación que fue potenciado en los estudiantes.

La competencia uso comprensivo del conocimiento tuvo un nivel de desarrollo considerable con relación al estado inicial revelado en el test de entrada de la población participante. La cual fue favorecida por acciones promovidas en la experiencia de aprendizaje como, por ejemplo, el dominio de los conceptos y términos científicos, el trabajo en equipo y el aprendizaje participativo. Esto contribuyó a dar soluciones a interrogantes y comprender las situaciones del contexto y por ende a fortalecer la competencia.

Finalmente, de acuerdo a los resultados obtenidos durante la investigación se puede concluir que los objetivos propuestos se alcanzaron satisfactoriamente y por ende la metodología utilizada fue acorde para alcanzar el fortalecimiento de las competencias científicas de uso comprensivo del conocimiento, indagación y explicación de fenómenos naturales en los estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Rural La Cruzada del municipio de Remedios (Antioquia).

### RECOMENDACIONES

Después de terminada la investigación, se proponen algunos aspectos importantes que se pueden tomar en cuenta para posibilitar la continuidad o mejorar la propuesta del presente proyecto o para buscar implementar propuestas que contribuyan al desarrollo y fortalecimiento de las competencias científicas en estudiantes de educación básica secundaria.

Es importante incluir indicadores de desempeño para cada una de las competencias científicas evaluadas en posteriores trabajos investigativos o didácticos, con el fin de reconocer de manera más confiable el nivel de desarrollo o fortalecimiento de las competencias en los estudiantes.

En un ejercicio investigativo de tipo cuasiexperimental es importante que se incluya el grupo control en futuros proyectos sobre competencias científicas, debido a que es esencial para establecer comparaciones, controlar variables no deseadas, aumentar la validez interna y confirmar la causalidad entre el tratamiento o la intervención y los resultados observados. Esto ayuda a garantizar la robustez y la fiabilidad de los hallazgos de la investigación.

Incluir proyectos de este tipo en el campo de enseñanza de las ciencias a fin de garantizar la observación y medición adecuada del avance de los estudiantes en el desarrollo de las competencias científicas.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Abobatta, W., & El-Azazy, A. (2020). Role of organic and biofertilizers in citrus orchards. *Answan University Journal of Environmental Studies*, 1(1), 13-27.
- Acosta, V., Acosta, S., & Paola, A. (2016). Aportes de la investigación escolar, mediada por la relación entre la escuela y los museos, al desarrollo de competencias científicas en un estudio de caso con niñas y niños del grado cuarto de la Institución Educativa San Benito. *Tesis de pregrado*. Medellín, Colombia : Universidad de Antioquia.
- Aguado, A., & Campo, á. (2018). Desarrollo de competencias científicas en biología con la metodología del aprendizaje basado en problemas en estudiantes de noveno grado. *Bio-grafía*, 11(20), 67-78. doi:<https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.11.num20-8594>
- Alcantara, J., Acero, J., Alcantara, J., & Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *NOVA*, 17(32), 109-129.
- Álzate, S., Echeverri, M., & Montoya, S. (2022). Aprendizaje sobre los Beneficios de los Microorganismos: Una Mirada desde la Evaluación por Competencias Científicas, en los Estudiantes del Grado Quinto, en el Instituto Antioquia del Municipio de Medellín. *Tesis de pregrado*. Medellín, Colombia : Universidad de Antioquia.
- Arias, A. (2022). Apropiación de conceptos de ciencias naturales a través de la construcción de una narrativa de ciencia ficción. Medellín, Colombia: Instituto Tecnológico Metropolitano. Obtenido de [https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/5834/AndreaPaola\\_AriasMunoz\\_2022.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/5834/AndreaPaola_AriasMunoz_2022.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Arrieta, E., & López, J. (2021). Desarrollo de las competencias científicas por medio de una unidad didáctica en estudiantes de grado sexto de básica secundaria. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*(50), 35-56. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-38142021000200035#B29](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-38142021000200035#B29)
- Arteaga, E., Armanda, L., & Del Sol Martínez, J. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 169-176. Obtenido de <http://rus.ucf.edu.cu/>

- Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres. (Octubre de 2018). Manual de producción de compost. Quito , Ecuador: Artes Gráficas SILVA.
- Astulla, D. (2019). Efecto de abonos orgánicos en el cultivo de *Phaseolus vulgaris* L. var. Canario en un suelo ácido - Satipo . Huancayo, Perú : Universidad Nacional del Centro de Perú .
- Ayuso, G., López-Banet, L., & Ruiz-Vidal, A. (2022). Students' performance in the scientific skills during secondary education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(10), 1-18. doi:<https://doi.org/10.29333/ejmste/12444>
- Baldi, E., Giacchini, P., Montecchio, D., Mocali, S., Antonielli, L., Masoero, G., & Toselli, M. (2021). Effect of Biofertilizers Application on Soil Biodiversity and Litter Degradation in a Commercial Apricot Orchard. *Agronomy*, 11(6), 1-18. doi:<https://doi.org/10.3390/agronomy11061116>
- Barajas, N., & Ortiz, J. (2018). Desarrollo de competencias científicas en estudiantes de básica primaria mediante la estrategia didáctica de resolución de problemas. *Espiral, Revista de Docencia e Investigación*, 8(1), 43 - 52. Obtenido de <https://doi.org/10.15332/erdi.v8i1.2117>
- Barrientos, P. (2017). Las competencias científicas y ambientales, a través de la huerta escolar. *Tesis de maestría* . Medellín, Colombia : Universidad Pontificia Bolivariana.
- Barrios, N., & Lozano, M. (2018). Análisis de la competencia científica - explicación de fenómenos como punto de partida en la caracterización de la enseñanza de las ciencias naturales con estudiantes del grado 5° de la I.E. Central sede San Carlos del Municipio de Saldaña - Tolima. *Tesis de maestría*. Ibagué, Colombia: Universidad del Tolima.
- Bernal, N. (2022). Desarrollo de un aula virtual para el fortalecimiento de la competencia científica en los grado décimo y undécimo. *Tesis de maestría* . Medellín, Colombia : Universidad Pontificia Bolivariana.
- Blanco-Anaya, P., & Díaz, J. (2017). Análisis del nivel de desempeño para la explicación de fenómenos de forma científica en una actividad de modelización. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 505-520.
- Bogotá, L. (2017). Estrategia para aprender sobre los humedales y fomentar el desarrollo de competencias científicas con estudiantes de grado 7. *Tesis de maestría*. Bogotá, Colombia : Universidad Nacional de Colombia .

- Bohórquez, W. (2018). *El proceso de compostaje*. Bogotá: Ediciones Unisalle.
- Boronat, R., & López, J. (2011). El estudio de la fermentación en el laboratorio de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(1), 111-114. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92017185010>
- Buesaquillo, N. (2020). Implementación de un sistema productivo de papa (*Solanum tuberosum* sub especie andígena) como modelo de producción tuberosum sub especie andígena) como modelo de producción tecnificado en Los Milagr. *Tesis de maestría*. Yopal, Casanare: Universidad de la Salle.
- Caicedo, S. (2016). Mejoramiento de la competencia científica explicación de fenómenos en estudiantes de cuarto grado, mediante la implementación de un ambiente de aprendizaje que utiliza material educativo digital. Chía, Colombia: Universidad de La Sabana.
- Cantero, A. (Enero de 2011). Efecto de la aplicación de composta como mejorador del suelo y del desarrollo de dos especies vegetales. México: Instituto Politécnico Nacional .
- Cárdenas, A., & Martínez, C. (2021). Contenidos escolares en ciencias naturales desde el currículo oficial de Colombia. *Revista científica*, 42(3), 328-338.  
doi:<https://doi.org/10.14483/23448350.17614>
- Castellanos, F., & Lucas, J. (2011). Physical characterization of the fruit of plantain varieties cropping in the coffee region of Colombia. *Acta agronómica*, 60(2), 176-182. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-28122011000200009&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122011000200009&lng=en&tlng=es)
- Castro, A., & Ramírez, R. (2012). Docentes vs. estudiantes. Contradicciones en la enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 5(1), 43-64. Obtenido de <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/riiep/article/view/1366/1561>
- Ceballos, L., & Arroyo, M. (2017). Desarrollo de competencias científicas a partir de una estrategia didáctica en estudiantes de grado 8°A de la Institución Educativa Antonio Nariño de Montería. *Tesis de pregrado*. Montería, Cpolombia : Universidad de Córdoba .
- Centro de Estudios y de Investigación en Biotecnología –CIBIOT–, el Centro de Investigación e Innovación Energía –CIEN, EPM y la Universidad Pontificia Bolivariana . (2015).

- Biomasa de residuos agrícolas en el departamento de Antioquia*. Medellín: Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.
- Chávez, R. (Noviembre de 2020). Respuesta del cultivo de frijol común a bajo contenido de fósforo en el suelo: Revisión de Literatura. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana.
- Chona, G., Arteta, J., Martínez, S., Ibáñez, J., Pedraza, M., & Fonseca, G. (2006). ¿Qué competencias científicas promovemos en el aula? *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 20, 62-79. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=614265313005>
- Concari, S. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicación para la enseñanza de las ciencias. *Ciência & Educação*, 7(1), 85-94.  
doi:<https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100006>
- Contreras, E., Fernández, B., García, C., Taquire, A., & Soncco, W. (2023). Evaluation of the time and quality of the compost obtained from a mixture of organic solid waste with or without addition of *Saccharomyces Cerevisiae*. *ÑAWPARISUN - Revista de Investigación Científica de Ingenierías*, 4(2), 81-86. doi:<https://doi.org/10.47190/nric.v4i2.245>
- Coronado, M., & Arteta, J. (2015). Competencias científicas que propician docentes de Ciencias naturales. *Zona Próxima*(23), 131-144. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85344718009>
- Dahunsi, S., Oranusi, S., Efeovbokhan, V., Adesulu-Dahunsi, A., & Ogunwole, J. (2021). Crop performance and soil fertility improvement using organic fertilizer produced from valorization of Carica papaya fruit peel. *Scientific Reports*, 11(1), 1-16.  
doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-021-84206-9>
- Davi, R., Kaur, T., Yadav, A., Yadav, A., Suman, A., Ahluwalia, A., & Saxena, A. (2022). Minerals solubilizing and mobilizing microbiomes: A sustainable approach for managing minerals' deficiency in agricultural soil. *Journal Applied Microbiology*, 133(3), 1245-1272. doi:<https://doi.org/10.1111/jam.15627>
- Día-Barriga, Á. (2014). Construcción de programas de estudio en la perspectiva del enfoque por competencias. *Perfiles educativos*, 36(143), 142-162. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-26982014000100009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982014000100009)

- Díaz, A., & Santana, G. (2004). *Revisión de las fichas técnicas de las variedades comerciales de frijol (Phaseolus vulgaris) en Colombia*. Corporación colombiana de investigación agropecuaria CORPOICA.
- Duque, V., & Largo, W. (2021). Desarrollo de las competencias científicas mediante la implementación del aprendizaje basado en problemas (ABP) en los estudiantes de grado quinto del instituto universitario de Caldas (Manizales). *Panorama*, 15(28), 1-14. doi:Redalyc: <https://www.redalyc.org/>
- El semillero. (s.f.). *Ficha técnica de frijol Lima/Calima*. Elsemillero.net.
- Estrada, A., Balderas, E., & Cervantes, R. (2022). Enseñanza de la ciencia: sesiones prácticas bajo el enfoque de investigación dirigida para el fortalecimiento de competencias científicas. *Revista Iberoamericana par ala investigación y el desarrollo educativo*, 12(14), 1-37. doi:<https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1156>
- FAO. (2007). *Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Frijol Voluble*. Gobernación de Antioquia.
- García, A., Ventura, S., & Mendoza, J. (2019). Diversificación de productos alimenticios a base de cáscaras vegetales para uso como materia prima en la preparación de alimentos. *Revista Tecnológica*(12), 14-21.
- García, F., Gil, P., & Carrillo, A. (2009). Caracterización y calidad de un abono orgánico fermentado aof preparados con residuos del proceso de industrialización de la papa (*Solanum tuberosum* L). *Revista logos, ciencia y tecnología* , 67-80.
- García, G., & Ladino, Y. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza. *Studiositas*, 3(3), 7-16.
- García, S. (2016). Alfabetización científica en estudiantes de segundo ciclo básico. Uso de herramientas TIC para complementar un modelo de seguimiento en formación permanente. *Tesis de maestría* . Santiago de Chile , Chile: Universidad de Chile .
- Gaviria, L. (2016). Proyecto de aula para potenciar las competencias científicas y ciudadanas en los estudiantnes de grado primero, mediado por procesos tecnológicos en la I.E.V.S. sede Fidel Antonio Saldarriaga. *Tesis de maestría* . Medellín , Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Gaviria, Y., & Ordonez, J. (2019). Evaluación de cuatro niveles de macronutrientes (N-P-K) en la producción de dos variedades nuevas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en dos ambientes

- diferentes de cultivo del Departamento de Risaralda . Dosquebradas, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD .
- Gómez, C., Buitrago, C., Cante, M., & Hertas, B. (1999). Ecofisiología de papa (*Solanum tuberosum*) utilizada para el consumo fresco y para la industria. *Revista comalfi*, 26(3), 42-55.
- Gudeta, D., & Damtew, E. (2013). Effect of Lime and Compost Application on the growth and yield of Common Bean (*Phaseolus Vulgaris* L). *Review Ad Oceanogr & Marine Biol*, 1(13), 1-9. doi:10.33552/AOMB.2019.01.000512.
- Henaó, J., & Romaña, L. (2019). Fortalecimiento de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico en la media vocacional, a partir de la implementación de una secuencia didáctica multimodal sobre la nomenclatura de ácidos inorgánicos. *Tesis de maestría*. Medellín , Colombia : Universidad de Medellín .
- Hendratmoko, A., Magdlazim, M., Widodo, W., Sanjaya, & Gusti. (2023). The impact of inquiry-based online learning with virtual laboratories on students´scientific argumentation skills. *Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE*, 24(4), 1-20. doi:<https://doi.org/10.17718/tojde.1129263>
- Hernández, C. (2005). *¿Qué son las competencias científicas?* Foro educativo nacional. Obtenido de [http://artemisa.unicauca.edu.co/~gerardorengifo/Documentos/ExperimentacionI/2018\\_Exp\\_IP\\_lectura%20CompetenciasEval30por.pdf](http://artemisa.unicauca.edu.co/~gerardorengifo/Documentos/ExperimentacionI/2018_Exp_IP_lectura%20CompetenciasEval30por.pdf)
- Herrero, L. (2006). ¿Qué es la vida? ¿La ciencia, se atreve a definirla? *Diálogos Revista Electrónica de Historia*, 7(1), 1-35. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43970102>
- Hoyos, D., & Osorio, L. (2018). Desarrollo de competencias científicas (explicar, comunicar y trabajo en equipo) a través de la resolución de problemas, usando como mediador de enseñanza una unidad didáctica sobre la alimentación humana. Medellín : Universidad de Antioquia. Obtenido de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/12073>
- ICFES. (2007). *Fundamentación conceptual área de ciencias naturales*. Bogotá.
- ICFES. (2020). *Ciencias naturales y educación ambiental. Marco de referencia para la evaluación*, ICFES. Bogotá: Publicación del Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación.



- ICFES. (2022). *Reporte de resultados pruebas Saber 11*.
- ICFES. (2022). *Resultados agregados examen saber 11° - 2021*. Bogotá: Subdirección de análisis y divulgación. Obtenido de <https://view.genial.ly/61fda1b2e940aa00121bafa4>
- ICFES. (2023). *Examen Saber 11° Guía de orientación*. Obtenido de Ministerio de Educación Nacional:  
<https://www.icfes.gov.co/documents/39286/2507397/Gui%CC%81a+de+orientacio%CC%81n+Saber+11.%C2%B0+2023-1.pdf>
- ICFES. (2023). *Guía de orientación del Examen saber 11° 2024-1*. Bogotá, Colombia :  
Publicación del Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes).
- Infocampo. (13 de Noviembre de 2023). *Compost: Cómo usar la cáscara de papa como abono para la huerta en casa*. Obtenido de Abono: <https://www.infocampo.com.ar/como-usar-la-cascara-de-papa-que-tiramos-a-la-basura-en-la-huerta-del-hogar/>
- Isaza, C. (2017). *Diseño de una estrategia didáctica mediada por la experimentación y el trabajo colaborativo en el laboratorio para promover el desarrollo de competencias científicas básicas en ciencias naturales. Tesis de maestría*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Jiménez, L., Decker, F., González, M., & Mera, R. (2019). Organic fertilizers an alternative in the development of corms of orito. *Journal of the Selva Andian Biosphere*, 7(1).
- Kalayu, G. (2019). Phosphate solubilizing microorganisms: Promising approach as biofertilizers. *International Journal of Agronomy*. doi:<https://doi.org/10.1155/2019/4917256>
- Kastdalen, L. (Noviembre de 2017). *Evaluación del efecto de la aplicación de levaduras y gallinaza en la elaboración de abono orgánico. Tesis de grado*. Zomara, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana.
- La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (s.f.). *Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos. 9. Compost*. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- López, J. (2022). *La actividad experimental y la construcción de explicaciones de fenómenos térmicos en estudiantes de grado octavo. Tesis de pregrado*. Santiago de Cali, Colombia: Universidad del Valle.

- Manganelli, S. (2021). Aportes de las herramientas digitales a STEM, durante. *Memorias del Congreso Argentino en Ciencias de la Computación - CACIC*, 94-103.  
doi:<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/130319>
- MEN. (2004). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales*. Obtenido de [https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-81033\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf)
- MEN. (2016). *Derechos básicos de aprendizaje*. Bogotá. Obtenido de [https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files\\_public/2022-06/DBA\\_C.Naturales-min.pdf](https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-06/DBA_C.Naturales-min.pdf)
- MEN. (22 de Abril de 2024). *Términos en la letra de calidad*. Obtenido de Mineduacion: <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-79364.html>
- Méndez, D., Pacheco, L., & Díaz, N. (2023). Competencia indagación: una mirada desde las concepciones de docentes en ciencias naturales. *Educación y ciencia*, 27, 1-21. Obtenido de <https://doi.org/10.19053/0120-7105.eyc.2023.27.e16565>
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2018). *Manual de compostaje*. España: V.A. Impresores, S.A. Obtenido de [https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/Manual%20de%20compostaje%202011%20PAGINAS%201-24\\_tcm30-185556.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/Manual%20de%20compostaje%202011%20PAGINAS%201-24_tcm30-185556.pdf)
- Morales, A., & Lamz, A. (2020). Métodos de mejora genética en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) frente al Virus del Mosaico Dorado Amarillo del Frijol (BGYMV). *Cultivos tropicales*, 41(4).  
doi:<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193266197010>
- Morales, S., Hershberger, R., & Acosta, E. (2019). Evaluación por competencias: ¿cómo se hace? *Revista de la facultad de medicina de la UNAM*, 63(3), 46-56.  
doi:<https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2019.63.3.08>
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago : LC/G.2681-P/Rev.3.  
doi:[www.cepal.org/es/suscripciones](http://www.cepal.org/es/suscripciones)
- OECD. (2023). *PISA 2022 Country Notes Colombia*. Country Note. Obtenido de [https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018\\_CN\\_COL\\_ESP.pdf](https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_COL_ESP.pdf)

- Olascuaga, M. (2020). Efecto residual de fuentes y niveles de compost de residuos sólidos biodegradables, en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad chaucha. Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Orozco, E., & Varela, M. (2021). Fortalecimiento de la competencia científica explicación de fenómenos a través del LMS Schoology. *Tesis de maestría*. Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte.
- Ortiz, Á. (2010). Evaluación del efecto de tres fertilizantes orgánicos a tres dosis diferentes sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. Cerinza, en condiciones de agricultura orgánica. Bogotá, Colombia : Universidad Pontificia Javeriana.
- Ortiz, G. (s.f.). Manual de elaboración de composta. *Bases para la elaboración de un plan de trabajo en un huerto orgánico*. México: México tradición orgánica. Recuperado el 27 de abril de 2024, de [https://www.metrocert.com/files/Manual\\_de\\_elaboracion\\_de\\_composta.pdf](https://www.metrocert.com/files/Manual_de_elaboracion_de_composta.pdf)
- Paez, S., Roldan, M., & Speltini, C. (2012). Estudio sobre la habilidad cognitiva "identificación" en estudiantes de nivel medio. *Actas III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Obtenido de <http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/III2012>
- Palencia, G., Gómez, R., & Martín, J. (2006). *Manejo sostenible del cultivo de plátano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA-.
- Parapouli, M., Vasileiadis, A., Afendra, A., & Hatziloukas, E. (2020). *Saccharomyces cerevisiae* and its industrial applications. *AIMS Microbiology*, 6(1), 1-31. Obtenido de <https://doi.org/10.3934/microbiol.2020001>
- Parra, E. (2005). Formación por competencias: una decisión para tomar dentro de posturas encontradas. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*(16), 1-35. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194220418015>
- Parra, J. (2020). Fortalecimiento de la competencia de indagación a través de juegos didácticos interactivos. *Tesis de maestría* . Boyacá , Colombia: Universidad de Santander.
- Pérez, M., Flórez, G., & Mejía, A. (2018). Flujo de energía en un ecosistema cafetero: una alternativa didáctica en el fortalecimiento de la competencia uso del conocimiento científico. *Tesis de maestría*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.

- Perilla, J. (2018). *Diseño curricular y transformación de conceptos educativos desde experiencias concretas* (Primera ed.). Bogotá: Universidad Sergio Arboleda.
- Pestana, N. (2013). Acciones instructivas y socializadoras en el aula. Desde la percepción de los estudiantes de Prácticas. *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*(19), 69-85. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/652/65232225005>
- Pôrto, M., Elves, J., Souza, A., Araújo, R., & Arruda, J. (2008). Nitrate production and accumulation in lettuce as affected by mineral Nitrogen supply and organic fertilization. *Horticultura Brasileira*, 26(2), 227-230.
- Pupiales, H., Pupiales, J., & Silva, A. (2018). *Respuesta del frijol Lima (Phaseolus vulgaris L) a la aplicación de abono orgánico a base de residuos sólidos de fique, Tambo, departamento de Nariño, Colombia*. Universidad de Nariño.
- Ramírez, C. (2018). Desarrollo de la competencia científica "explicar" en ciencias naturales, del grado décimo de la I.E ALfredo Bonilla Montaña. *Tesis de maestría*. Santiago de Cali, Colombia: Universidad ICESI.
- Rico, R., García, R., & Pertuz, J. (2021). La explicación de fenómenos en las ciencias naturales y su vinculación con las actividades experimentales. *La casa del maestro*, 1(1), 63-77. Obtenido de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/RVCDM/article/view/3796>
- Rivera, N. (2021). Desarrollo de las competencias científicas de los estudiantes a partir de la implementación del aprendizaje basado en proyectos orientados desde el PRAE. *Tesis de maestría*. Medellín, Colombia : Universidad Nacional de Colombia.
- Roman, P., Marínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor: experiencias en América Latina. FAO.
- Ruiz, K. (2018). Fortaleciendo la competencia científica identificar en estudiantes de grado segundo a través de un ambiente de aprendizaje potenciado por TIC desde una perspectiva de la mediación didáctica. *Tesis de maestría*. Santiago de Cali, Colombia : Universidad del Valle.
- Sharma, S., Sayyed, R., Trevedi, M., & Gobi, T. (2013). Phosphate solubilizing microbes: Sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *SpringerPlus*, 2(1), 2-14. doi:<https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-587>
- Solano, S., Gómez, P., & González, M. (2018). Caracterización y análisis de planes de área: marco conceptual y esquema metodológico [documento no publicado].

- [https://ued.uniandes.edu.co/caracterizacion-y-analisis-de-planos-de-area-marco-conceptual-y-esquema-metodologico\\_pub/](https://ued.uniandes.edu.co/caracterizacion-y-analisis-de-planos-de-area-marco-conceptual-y-esquema-metodologico_pub/).
- Solé-Llussà, A., Aguilar, D., Ibañez, M., & Coiduras, J. (2018). Análisis de la comunicación de experiencias indagadoras presentadas en congresos de ciencias dirigidos a alumnos de educación infantil y primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 130201-130213.  
doi:<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2018.v15.i1.1302>
- Suárez, C., Garrido, N., & Guevara, C. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. *ICIDCA*, 50(1), 20-28. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223148420004>
- Suri, S., Singh, A., & Nema, P. (2022). Current applications of citrus fruit processing waste: A scientific outlook. *Applied Food Research*, 2(1).  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100050>
- Tabares, E., Jaramillo, S., González, L., & Cotes, J. (2009). Respuesta de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Diacol capiro a la fertilización en un andisol del oriente antioqueño, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 62(9), 5099-5110. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179914590009>
- Taibu, R., Mataka, L., & Shekoyan, V. (2021). Using PhET simulations to improve scientific skills and attitudes of community college students. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)*, 9(3), 353-370.  
doi:<https://doi.org/10.46328/ijemst.1214>
- Torres, M. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 131-142. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4780946>
- Vejan, P., Abdullah, R., Khadiran, T., Ismail, S., & Nasrulhaq, A. (2016). Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability - A review. *Molecules*, 21(5).  
doi:<https://doi.org/10.3390/molecules21050573>
- Walker, G., & Stewart, G. (2016). *Saccharomyces cerevisiae* in the Production of Fermented Beverages. *Beverages*, 2(3), 1-12. doi:<https://doi.org/10.3390/beverages2040030>

Wang, S., Walker, R., Schicklberger, M., Nico, P., Fox, P., Maraoz, U., . . . Brodie, E. (2021).  
Microbial Phosphorus Mobilization Strategies Across a Natural Nutrient Limitation  
Gradient and Evidence for Linkage with Iron Solubilization. *Frontiers in Microbiology*,  
12. doi:<https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.572212>

## ANEXOS

### Anexo 1. DISEÑO DE LA PROPUESTA CURRICULAR

Los apartados de la propuesta curricular están diseñados de acuerdo la estructura propuesta por Ocampo-López et al (2023), la cual se distribuye en ocho (8) elementos a saber: título, introducción, descripción general, ruta de aprendizaje, metodología, capacidades y competencias, evaluación y bibliografía. Cada uno de estos responde a la forma en la cual se llevará la intervención curricular en campo con el objetivo de fortalecer las competencias científicas en los estudiantes de la educación básica secundaria.

#### **Título: PROPUESTA CURRICULAR PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS**

##### **Introducción:**

La presente propuesta curricular se basa en una experiencia de aprendizaje que tiene como objetivo fortalecer las competencias científicas en los estudiantes de la educación básica secundaria del sistema educativo colombiano. La cual está conformada por siete actividades integradoras que ayudan a poner en práctica el desarrollo de las competencias evaluadas a saber, indagación, uso comprensivo del conocimiento y explicación de fenómenos naturales.

La propuesta curricular se realizó basándose en los referentes y lineamientos curriculares propuestos por el MEN a través de los estándares básicos de competencia, los derechos básicos de competencia y la malla curricular de ciencias naturales de la Institución Educativa Rural La Cruzada.

La experiencia utiliza una metodología propia de la labor científica a través de las actividades planteadas. Además, cada acción está pensada para propiciar en los estudiantes el trabajo

colaborativo y la implementación de habilidades como la observación, la generación de hipótesis, la búsqueda de información, el dominio de conceptos científicos, la medición de variables, entre otros, los cuales hacen parte de las competencias que se pretenden potenciar en los estudiantes.

### **Descripción general**

La experiencia de aprendizaje es una propuesta metodológica que pretende fortalecer las competencias de indagación, explicación de fenómenos y uso comprensivo del conocimiento en los estudiantes de la educación básica secundaria, a través de la producción de biofertilizantes. Las actividades que se proponen están pensadas para acercar al alumnado al trabajo científico, siguiendo diversos parámetros e indicaciones que les posibilita comprender la manera en la que se produce el conocimiento.

## **Ruta de aprendizaje**

### **Metodología**

Las actividades que se proponen para el desarrollo de la experiencia de aprendizaje se describen a partir de tres momentos: inicial, desarrollo y final. Dichas etapas tienen una trazabilidad con el oficio propio de la labor científica y la forma a través de la cual se produce el conocimiento científico. Esto con el fin de garantizar el fortalecimiento de las competencias científicas en los estudiantes.

### **MOMENTO INICIAL**

Las actividades que se plantean en este momento tienen como finalidad, reconocer los conceptos y saberes que poseen los estudiantes sobre la temática que se abordará.



### Actividad No 1: La descomposición de la materia

Actividad central:	Descripción de imágenes
Contexto:	Aula de clase
Tiempo aprox.:	40 minutos
Competencia	Explicación de fenómenos
Finalidades desde el conocimiento científico:	Formulo explicaciones posibles, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos, para contestar preguntas.
Contenidos actitudinales	Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.
Contenidos conceptuales	Descomposición, respiración anaerobia y microorganismos.
Contenidos procedimentales	Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.

### Descripción de la actividad

El objetivo de esta actividad es reconocer los saberes previos que posee el alumnado frente al proceso de descomposición y fermentación de la materia, así como su importancia biológica. Para ello, se formarán grupos de trabajo de a cuatro integrantes. Luego, se les proyectará varias imágenes que están relacionadas con el proceso de descomposición de diferentes materias como, por ejemplo, restos de comida, frutas, hortalizas, entre otros. Posterior a esto, cada equipo deberá responder las preguntas que aparecen a continuación, con el fin de tratar de explicar el fenómeno que ocurre en la descomposición y transformación de los desechos originados de diferentes acciones antrópicas.

Las preguntas orientadoras de la actividad que deben de explicar los estudiantes son: ¿qué seres vivos se pueden apreciar en las imágenes? ¿Qué proceso está ocurriendo en las imágenes? ¿Es natural o inducido por el hombre? ¿Por qué creen que se da ese proceso? ¿Cuál puede ser la importancia biológica de lo que se evidencia en las imágenes?

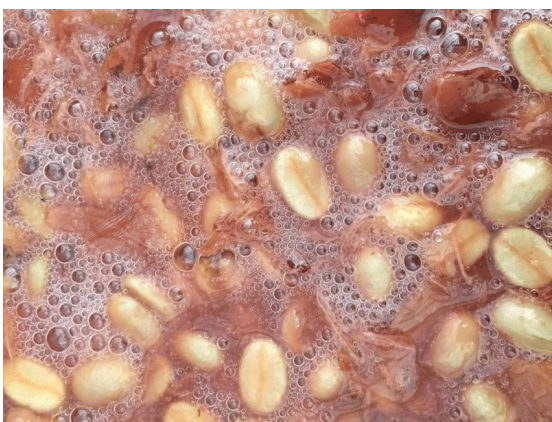
Las imágenes que se les proyectará a los estudiantes sobre el proceso de fermentación y descomposición son las siguientes:



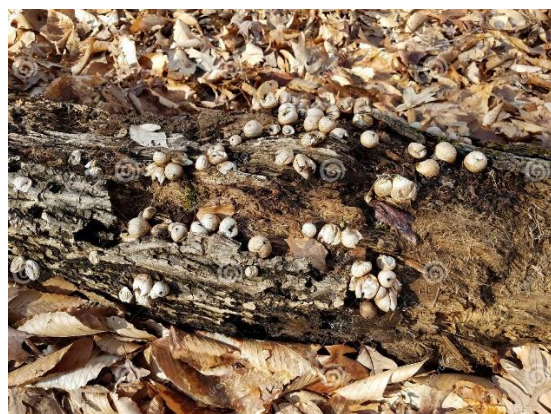
Fuente: <https://ingenieriaambiental.net/descomposicion-de-residuos-organicos/>



Fuente: <https://www.istockphoto.com/es/fotos/comida-podrida>



Fuente: <https://perfectdailygrind.com/es/2019/04/26/fermentacion-y-procesamiento-como-garantizar-la-consistencia/>



Fuente: <https://es.dreamstime.com/hongo-blanco-en-tronco-de-%C3%A1rbol-la-descomposici%C3%B3n-con-las-hojas-o-setas-image140339757>

Se dará un tiempo aproximado de 15 minutos para que cada grupo de trabajo elabora las explicaciones de los fenómenos observados en las imágenes. Las cuales deberán consignar en una cartelera para realizar una puesta en común con el fin de conocer todos los puntos de vista de cada equipo. En este momento se prestará especial atención a los conceptos o términos claves que utilizan los estudiantes en la interpretación del fenómeno de descomposición y fermentación de los materiales de desechos y la alusión a los microorganismos involucrados en estos procesos.

### Evaluación

En el proceso de evaluación se tendrán en cuenta: la participación de los estudiantes, su desempeño durante la ejecución de la actividad y la disposición para el trabajo en equipo. Además, se aplicará el siguiente formato de autoevaluación de carácter cuantitativo de forma individual, con el fin de generar un espacio de reflexión y valoración de la forma en la que cada estudiante aportó para que se realizara adecuadamente la actividad.

Frente a los siguientes criterios evaluativos, asigne una calificación de 1 a 5, siendo 1 la más baja y 5 la más alta, frente al trabajo desarrollado en la actividad.

<b>Criterio de evaluación</b>	<b>Calificación</b>
P1: Mi participación en la actividad fue...	
P2: Mi comportamiento durante la actividad fue...	
P3: Mi compromiso con el buen comportamiento dentro del aula fue...	
P4: Mi actitud de escucha hacia mis compañeros fue...	
P5: Mi responsabilidad durante la actividad fue...	
P6: Mi comunicación con todos los integrantes del grupo fue...	
P7: Mi aprendizaje en la actividad fue...	

## Actividad No 2: Crecimiento de las plantas

Actividad central:	Descripción de fenómenos
Contexto:	Aula de clase
Tiempo aprox.:	40 minutos
Competencia	Explicación de fenómenos
Finalidades desde el conocimiento científico:	Explico la función del suelo como depósito de nutrientes. Comprende que en las cadenas y redes tróficas existen flujos de materia y energía, y los relaciona con procesos de nutrición en plantas.
Contenidos actitudinales	Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas.
Contenidos conceptuales	Crecimiento de las plantas, fotosíntesis, nutrientes
Contenidos procedimentales	Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.

### Descripción de la actividad

El propósito de esta actividad es reconocer las ideas que traen los estudiantes de experiencias y conocimientos anteriores sobre el crecimiento de las plantas y los factores que inciden en este proceso. Para ello, se formarán equipos de trabajo de a cuatro alumnos y a cada grupo se les hará entrega de un pliego de cartulina y marcadores para que allí realicen un dibujo en el que expliquen de manera gráfica cómo ocurre todo el proceso de crecimiento de las plantas y de los nutrientes o sustancias que ayudan a su proceso óptimo.

¿Cómo ocurre el crecimiento en las plantas? ¿qué etapas o fases se pueden evidenciar en el crecimiento de las plantas? ¿cuáles son las estructuras o partes de las plantas? ¿En qué etapa se

pueden originar? ¿Qué nutrientes necesitan las plantas para su crecimiento adecuado? ¿Qué función cumple el suelo en el crecimiento de las plantas? Son las preguntas que se pueden utilizar para orientar la actividad.

Se les dará 20 minutos a los equipos de trabajo para que realicen su gráfico explicativo y pasado este tiempo, se les pedirá que, en sesión plenaria, socialicen el trabajo realizado. Al final se hará una conclusión general construida por los aportes de cada uno que satisfaga la correcta explicación del crecimiento de las plantas. En este espacio, se presentará especial atención a los conceptos que usan los estudiantes como fotosíntesis, partes de la planta, nitrógeno, agua, luz solar, suelo, nutrientes, carbono, oxígeno, entre otras.

## Evaluación

Para la valoración de la actividad de la actividad realizada se tendrán en cuenta los siguientes criterios de evaluación:

1. **Organización y estructura:** ¿La cartelera tiene una estructura clara y está organizada de manera comprensible?
2. **Contenido relevante:** ¿La información presentada en la cartelera es precisa, relevante y completa?
3. **Creatividad y diseño:** ¿El diseño de la cartelera es atractivo, creativo y visualmente impactante?
4. **Uso de imágenes y gráficos:** ¿Se utilizan imágenes y gráficos de manera efectiva para ilustrar el crecimiento de las plantas?

5. **Claridad y legibilidad:** ¿El texto es claro, legible y se utiliza un lenguaje adecuado para el público objetivo?
6. **Uso de colores:** ¿Se utilizan colores de manera armoniosa y atractiva en la cartelera?
7. **Coherencia visual:** ¿El estilo, las fuentes y los elementos visuales se mantienen consistentes en toda la cartelera?
8. **Presentación oral:** ¿Los autores de la cartelera presenta de manera clara y concisa la información incluida en ella?
9. **Originalidad:** ¿La cartelera muestra ideas originales o enfoques novedosos sobre el crecimiento de las plantas?
10. **Impacto general:** ¿La cartelera logra captar la atención del espectador y transmitir eficazmente la información sobre el crecimiento de las plantas?

La valoración del desempeño y aprendizaje de los estudiantes se llevará a cabo durante la fase final de la sesión plenaria. Aquí se les pedirá que expresen cómo se sintieron, qué aspecto les llamó más la atención de la actividad y cómo calificaría su desempeño individual. Se tomará atenta nota de los aportes de los estudiantes con el fin de hacer seguimiento al proceso de aprendizaje de ellos y la modificación de actividades asertivas y que respondan a sus intereses.

### MOMENTO DE DESARROLLO

En este momento se plantean actividades relacionadas con la introducción y estructuración de nuevos conocimientos de los estudiantes sobre la temática que será abordada.

#### Actividad No 3: El compostaje

Actividad central:	Elaboración de compostaje
Contexto:	Aula de clase
Tiempo aprox.:	100 minutos
Competencia	Indagación
Finalidades desde el conocimiento científico:	Formulo preguntas específicas sobre una observación o experiencia y escojo una para indagar y encontrar posibles respuestas.
Contenidos actitudinales	Evalúo la calidad de la información, escojo la pertinente y doy el crédito correspondiente.
Contenidos conceptuales	Microorganismos, suelo, biotecnología
Contenidos procedimentales	Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados a las características y magnitudes de los objetos y las expreso en las unidades correspondientes.  Aplica los pasos del método científico en la búsqueda de respuestas sobre fenómenos naturales de su entorno

#### Descripción de la actividad

Para la realización de esta actividad, se llevarán los estudiantes a la sala de sistemas de la institución y se les pedirá que consulten la forma en la cual se hace un compostaje a partir de los residuos agrícolas que se generan en las casas. Seguidamente, con la información recopilada realizarán un diagrama de flujo en una cartelera, en la que plasmarán cómo se realizan, qué materiales y herramientas se requieren, el tiempo requerido, los parámetros a tener en cuenta para obtener un óptimo compostaje, entre otros. Estas carteleras serán socializadas en sesión plenaria.

Después de tener la claridad sobre los aspectos importantes de la manera en la cual se puede realizar un compostaje, se pasará a una etapa práctica. En la cual, se formarán grupos de a 4 o 5 estudiantes y, en la compostera de la institución, llevarán a cabo la producción del biofertilizante a partir de las cáscaras de papa y plátano. Los estudiantes serán los encargados de realizar las mediciones de los parámetros de temperatura y pH, los cuales registrarán en la siguiente tabla:

Semana /parámetro	pH		Temperatura		
	Papa	Plátano	Papa	Plátano	Ambiente
Semana 1					
Semana 2					
Semana 3					
Semana 4					
Semana 5					
Semana 6					

Para la medición de pH. Se pesarán 3 g de muestra en un beaker y se agregará 50 mL de agua destilada. Cada muestra deja reposar por 30 minutos. Se inserta el electrodo en la suspensión y se tomó la lectura del pH (AOAC 2005).

Cada semana se realizarán volteos y mediciones de temperatura. Las mediciones de la temperatura se realizarán a 30 cm de profundidad en la pila y en tres lugares diferentes: en los dos extremos y al centro de la pila y de dichos valores se hará un promedio.

A partir de los datos que se recojan, se podrán ir sacando conclusiones y tomando decisiones para garantizar las condiciones óptimas a la pila de compostaje.



### Evaluación

El proceso de evaluación que se llevará a cabo en todo momento de la actividad. En la puesta en común se evaluará el dominio de la temática, la claridad en la información que transmite a sus compañeros, la debida referencia a las fuentes de donde consultarán la información para realizar el mapa conceptual y las valoraciones o aportes que realicen a los demás compañeros de clase. En esta socialización se harán las debidas puntualizaciones sobre la temática a tratar y durante la actividad práctica de la producción del compostaje se tendrá en cuenta el desempeño de los estudiantes y el trabajo en equipo.

### Actividad No 4: conceptos claves

Actividad central:	Consulta de conceptos claves
Contexto:	Sala de sistemas
Tiempo aprox.:	100 minutos
Competencia	Uso comprensivo del conocimiento
Finalidades desde el conocimiento científico:	Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.
Contenidos actitudinales	Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas.
Contenidos conceptuales	Microorganismos, suelo, biotecnología
Contenidos procedimentales	Comparo mecanismos de obtención de energía en los seres vivos.

### Descripción de la actividad

La actividad tiene como propósito hacer que los estudiantes se apropien de los conceptos y términos claves que giran alrededor de los procesos biotecnológicos como la elaboración de compostaje y su efecto en el crecimiento de las plantas. Para ello, se llevarán a los estudiantes a la

sala de sistemas del colegio y se les pedirá que encuentren el significado de las palabras que se relacionan a continuación:

Biotecnología	Microorganismos	Levadura	Compostaje	Anaerobio
Aerobio	Biomasa	Sustrato	Factores de crecimiento	Relación C/N
pH	Temperatura	Biofertilizante	Suelo	Biorreactor

Cada equipo de trabajo tendrá un tiempo prudente para consultar en diferentes fuentes de internet el significado de los términos claves. La idea es hacer que los estudiantes construyan sus conceptos a partir de la interpretación que hagan de lo encontrado. Además, se hará énfasis en el respeto a los derechos de autor, por tanto, deberán escribir la fuente de donde extraerán la información y al final entregarán un reporte o informe del trabajo realizado.

### Evaluación

En sesión plenaria se hará una evaluación de los aprendizajes adquiridos por los estudiantes a partir de un test en línea en la plataforma quizizz.com debido a que se genera una competencia entre los estudiantes y se puede llevar un control de los aciertos y desaciertos de ellos, lo que posibilita reconocer las fortalezas y debilidades de los alumnos en el aprendizaje de los conceptos claves de los procesos biotecnológicos.

Previsualización de la prueba en la plataforma quizizz

1/1  Elección múltiple vista del participante Vista previa del examen

El conjunto de técnicas que utiliza células vivas, cultivo de tejidos o moléculas derivadas de un organismo, por ejemplo, enzimas, para obtener o modificar un producto, mejorar una planta o un animal o desarrollar un microorganismo para utilizarlo con un propósito específico es:

Biotecnología
  Microorganismos
  Biomasa
  Biofertilizante

Anterior Siguiente

Fuente: <https://quizizz.com/admin/quiz/64e269f9fb88780008ca044a/>

### Actividad No 5: Generalidades de las levaduras

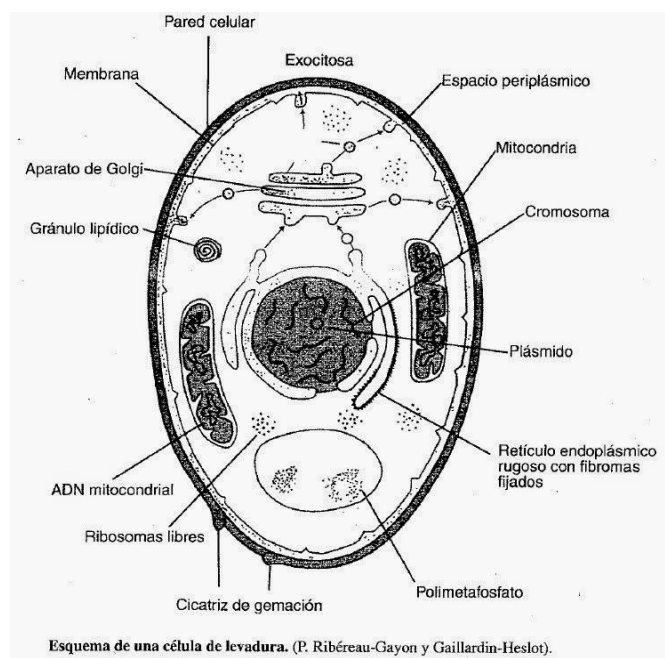
Actividad central:	Lectura guía de estudio y experimentación en el laboratorio
Contexto:	Aula de clase
Tiempo aprox.:	100 minutos
Competencia	Indagación
Finalidades desde el conocimiento científico:	<p>Busco información en diferentes fuentes.</p> <p>Observo fenómenos específicos</p> <p>Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados.</p> <p>Indago sobre aplicaciones de la microbiología en la industria.</p>
Contenidos actitudinales	Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas.
Contenidos conceptuales	Microorganismos, Levadura, usos industriales
Contenidos procedimentales	Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas.

### Descripción de la actividad

En esta actividad se les entregará una guía de estudio a cada equipo de estudiantes, que estará conformado por cuatro miembros. Dicho material tiene como propósito acercar a los alumnos a la conceptualización sobre las levaduras como microorganismo importante para diversos procesos biológicos e industriales. Para ello, se le pedirá a cada grupo que elaboren 6 preguntas y las respondan a partir de la lectura. Además, deberán consignarlas en un pliego de cartulina o en rótulos de tamaño carta para posteriormente compartirlas en sesión plenaria.

A continuación, se presenta la lectura de la guía de estudio que se les aportará a los estudiantes.

#### La levadura<sup>1</sup>



Los microorganismos son un conjunto de organismos microscópicos que pueden llevar a cabo procesos metabólicos de crecimiento, generación de energía y reproducción, de manera independiente de otras células (Oliart, Manresa, y Sánchez, 2016); se considera pertinente mencionar que los microorganismos se clasifican en bacterias, virus, arqueas, algas, hongos y

protozoos. Dentro de la clasificación de los hongos se encuentran levaduras cumpliendo un papel muy importante en el medio ambiente ya que producen compuestos con un alto valor agregado a

<sup>1</sup> Extraído de Rivera, M., Caracela, E. & Morales, L. (2020) Proceso de compostaje por *Saccharomyces cerevisiae* en una institución educativa en Perú. Revista Científica Electrónica de Ciencias Humanas, 109-119.

partir de materiales biológicos sin generación de compuestos que dañen la salud o impacten negativamente al medio ambiente.

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es probablemente el microorganismo más ampliamente utilizado por el hombre a través del tiempo; aunque no se tuviera, en un principio, conciencia plena de la participación del microorganismo en la elaboración de diversos alimentos como el pan o las bebidas alcohólicas (Suárez, Garrido, y Guevara, 2016), su alimentación es heterótrofa porque obtiene su energía a partir de la glucosa, teniendo una elevada capacidad fermentativa (Suárez et al., 2016).

Los residuos orgánicos están compuestos por carbohidratos en especial de polisacáridos entre ellos la celulosa, hemicelulosa, lignina entre otros que son su alimento de *Saccharomyces cerevisiae*, este microorganismo produce enzimas que degradan a los polisacáridos y los convierten en glucosa, siendo su principal fuente de energía. Por ello nos planteamos que a mayor cantidad de este microorganismo el tiempo de degradación será menor ya que a mayor población la ingesta de alimento será mayor por ende el proceso se acelera.

El microorganismo *Saccharomyces cerevisiae*, es un hongo unicelular que se encuentra en sustratos ricos en azúcares, cuenta con una formación biológica muy básica, teniendo la capacidad de alterar el medio en el cual se encuentra, su reproducción es asexual de gran rapidez, necesitando de agua para su metabolización produciendo compuestos de alto valor agregado en material biológico.

También, se le adicionará a la guía el texto “las levaduras: ¿cómo han servido a la humanidad?”

encontrado en el siguiente enlace:

[http://www.unamiradaalaciencia.unam.mx/download/pdf\\_prensa/unamirada\\_721.pdf](http://www.unamiradaalaciencia.unam.mx/download/pdf_prensa/unamirada_721.pdf)

Previsualización del documento de referencia.

**UNAM** Mirada a la **Ciencia**

www.unamiradaalaciencia.unam.mx

LA UNAM presenta el quehacer de los científicos al alcance de nuestros lectores

**DGDCUNAM**  
División de la Ciencia

# Las levaduras:

## ¿Cómo han servido a la humanidad?

**Las levaduras han servido desde hace cientos de años para la elaboración de pan, cerveza y vino; en épocas más recientes, son útiles en la investigación bioquímica y en numerosas aplicaciones industriales.**

**S**i dejas cualquier líquido azucarado a la intemperie, al poco tiempo notarás que empieza a fermentarse. Esta transformación se debe a una levadura. Este organismo consume el azúcar y lo descompone en otros compuestos más simples, como el alcohol o el CO<sub>2</sub>. Las levaduras son las responsables de convertir el jugo de uva en vino, de producir las burbujas de la cerveza y de hacer que el pan se esponje al hornearse.

**Las levaduras son organismos unicelulares que pertenecen al reino de los hongos. Se reproducen principalmente por gemación: en la célula se presenta un brote que poco a poco va creciendo y, eventualmente, se desprende de la célula madre dejando una pequeña cicatriz. Al igual que otros microorganismos como las**

**Su papel en la producción de insulina**  
Una de las aportaciones de las levaduras al bienestar del mundo se encuentra en la fabricación de insulina. El investigador relata que los avances de la ingeniería genética y el conocimiento del genoma de *Saccharomyces cerevisiae* permitieron que esta levadura sea utilizada para la producción de esta hormona. El gen que tiene las instrucciones para crear la insulina humana se puede insertar en el genoma de la levadura para que ella la produzca.

Con estas mismas técnicas, ciertas especies de levaduras producen hormonas de crecimiento y

**Levaduras marinas**  
El doctor Peña comenta que uno de sus intereses de investigación son las levaduras marinas. Una de ellas, llamada *Deboryomyces hansenii*, se aisló del mar, pero también se encontró en quesos que tienen un alto contenido de sal. El doctor y sus colaboradores buscan comprender por qué resiste tan bien la salinidad y qué genes se expresan en la levadura cuando se encuentra creciendo en ambientes extremos con pH muy elevado y altas concentraciones de sal.

La actividad será complementada con la proyección del video de YouTube titulado “¿Qué son Levaduras? ¿Cuál es su importancia? ¿Cómo verlas reproduciéndose?” del canal denominado Biología aplicada. El enlace de acceso al recurso es [https://www.youtube.com/watch?v=gJ\\_ZIFn-ips](https://www.youtube.com/watch?v=gJ_ZIFn-ips)

Previsualización del archivo de video



Fuente: Biología aplicada canal de [www.youtube.com](http://www.youtube.com)

## Evaluación

Para llevar a cabo el proceso de evaluación de la actividad se realizarán dos momentos. El primero, consistirá en hacer una socialización de las preguntas y respuestas elaboradas por los equipos de estudiantes. En este momento se aprovechará para hacer las debidas aclaraciones o puntualizaciones sobre los contenidos conceptuales que se esperan para el aprendizaje de los estudiantes y haciendo énfasis en los bioprocesos que están involucradas las levaduras en la descomposición y formación de productos. Y el segundo, se hará una experiencia de laboratorio en la cual se observará las levaduras al microscopio, para esto, se hará uso de la siguiente guía de laboratorio.

**Guía 1 de laboratorio: observación de levadura *Saccharomyces cerevisiae* al microscopio**

**Objetivo:** Observar las características morfológicas y el comportamiento de las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* en condiciones de laboratorio.

**Materiales:**

1. Cultivo de levaduras *Saccharomyces cerevisiae*
2. Microscopio óptico
3. Portaobjetos y cubreobjetos
4. Pipetas
5. Solución salina estéril
6. Tinción (opcional)

**Procedimiento****Preparación del Portaobjetos**

Coloca una gota de solución salina estéril en el centro de un portaobjetos limpio. Coloca una pequeña cantidad de la muestra del cultivo de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* en la gota de solución salina.

**Observación al Microscopio**

1. Coloca el portaobjetos preparado sobre la platina del microscopio y asegúralo.
2. Comienza la observación con el objetivo de menor aumento (generalmente 10x) y enfoca la muestra utilizando los ajustes del microscopio.
3. Una vez que la muestra esté enfocada, aumenta gradualmente la potencia del objetivo para obtener una visualización más detallada.
4. Observa las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* bajo diferentes aumentos para examinar su morfología, tamaño y distribución.

**Registro de Observaciones**



Toma notas detalladas de las características observadas, incluyendo la forma, el tamaño, la presencia de estructuras como brotes o pseudomicelios, y cualquier otra característica relevante.

Toma fotografías de las levaduras observadas si es posible y etiqueta cada imagen con la información pertinente.

### **Análisis de Resultados**

- Analiza tus observaciones para identificar patrones o características distintivas de las levaduras *Saccharomyces cerevisiae*.
- Compara tus resultados con la literatura científica existente para verificar la identificación de las levaduras observadas y comprender mejor sus características.

### **Conclusiones**

Resume tus hallazgos y conclusiones basadas en tus observaciones.

## **MOMENTO FINAL**

### **Actividad No 6: crecimiento de las plantas**

Actividad central:	Diseño experimental
Contexto:	Aula de clase
Tiempo aprox.:	100 minutos
Competencia	Indagación
Finalidades desde el conocimiento científico:	Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas. Diseño y realizo experimentos y verifico el efecto de modificar diversas variables para dar respuesta a preguntas.
Contenidos actitudinales	Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas.
Contenidos conceptuales	Biofertilizantes, crecimiento de las plantas, mediciones

Contenidos procedimentales	Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados.
----------------------------	--

### Descripción de la actividad

A partir de los biofertilizantes que se produjeron uno a base de cáscaras de papa y el otro a base de plátano, los estudiantes deberán verificar su efectividad en el crecimiento de las plantas. Para ello, se pondrán a germinar plantas de frijoles y cuando inicien a producir la radícula, se les pedirá a los alumnos, por equipos de trabajo, que agreguen cierta cantidad de los compostajes formados y verificar constantemente diversos factores de crecimiento como son: altura y grosor del tallo. Esta actividad se hará siguiendo las indicaciones de un diseño de experimento factorial.

### Evaluación

El proceso de la evaluación de esta actividad se hará a partir de la participación de los estudiantes en cada una de las acciones y procesos que se llevaron a cabo para realizar la actividad. Aquí se tendrán en cuenta el aprendizaje de los alumnos en cuanto a la toma de medidas y al rigor científico que se requiere para verificar el efecto que tienen los biofertilizantes en el crecimiento de las plantas de frijol Lima.

### Actividad No 7: socialización de resultados encontrados

Actividad central:	Socialización de resultados
Contexto:	Aula de clase
Tiempo aprox.:	200 minutos
Competencia	Indagación y uso comprensivo del conocimiento
Finalidades desde el conocimiento científico:	Comunico oralmente y por escrito el proceso de indagación y los resultados que obtengo, utilizando gráficas, tablas y ecuaciones aritméticas.

Contenidos actitudinales	Relaciono mis conclusiones con las presentadas por otros autores y formulo nuevas preguntas.
Contenidos conceptuales	Efectos de biofertilizantes, crecimiento de las plantas
Contenidos procedimentales	Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna

### Descripción de la actividad

El objetivo principal de la actividad es comunicar los resultados encontrados del diseño experimental de la actividad 6. Para ello, se organizarán los estudiantes en grupos de a cinco integrantes y a cada equipo se les proporcionará la información pertinente con los resultados que se obtuvieron del efecto de los biofertilizantes sobre el crecimiento de la planta de frijol, así como los gráficos y las explicaciones correspondientes para la comprensión del experimento. Posteriormente, cada grupo tendrá un tiempo máximo de 15 minutos para hacer la socialización de resultados frente a los demás compañeros y otro personal invitado.

### Evaluación

Finalizado la etapa de socialización de los resultados, se procederá a realizar una puesta en común en la cual se hará la realimentación de la actividad y escuchar los puntos de vista de todos los estudiantes involucrados en el ejercicio investigativo. Además, se aprovechará para hacer el cierre de todo el ciclo de la propuesta curricular con miras el fortalecimiento de las competencias científicas.

## CAPACIDADES Y COMPETENCIAS

A partir de la revisión de los documentos oficiales del Ministerio de Educación Nacional, se estableció las siguientes acciones de pensamiento y estándares de competencia (ver tabla 2) que

fueron los referentes orientadores de las actividades propuestas en la experiencia de aprendizaje y de las competencias que se pretendían fortalecer en los estudiantes.

**Tabla 2** *Acciones de pensamiento seleccionadas para cada competencia científica evaluada.*

<b>Indagación</b>	<b>Uso comprensivo del conocimiento</b>	<b>Explicación de fenómenos naturales</b>
<p>Formulo preguntas específicas sobre una observación o experiencia y escojo una para indagar y encontrar posibles respuestas.</p> <p>Evalúo la calidad de la información, escojo la pertinente y doy el crédito correspondiente.</p> <p>Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados a las características y magnitudes de los objetos y las expreso en las unidades correspondientes.</p> <p>Aplica los pasos del método científico en la búsqueda de respuestas sobre fenómenos naturales de su entorno.</p> <p>Busco información en diferentes fuentes.</p> <p>Observo fenómenos específicos.</p> <p>Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados.</p> <p>Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas.</p>	<p>Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.</p> <p>Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas.</p> <p>Comparo mecanismos de obtención de energía en los seres vivos.</p> <p>Comunico oralmente y por escrito el proceso de indagación y los resultados que obtengo, utilizando gráficas, tablas y ecuaciones aritméticas.</p> <p>Relaciono mis conclusiones con las presentadas por otros autores y formulo nuevas preguntas.</p> <p>Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna</p> <p>Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas.</p>	<p>Formulo explicaciones posibles, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos, para contestar preguntas.</p> <p>Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.</p> <p>Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.</p> <p>Explico la función del suelo como depósito de nutrientes.</p> <p>Comprende que en las cadenas y redes tróficas existen flujos de materia y energía, y los relaciona con procesos de nutrición en plantas.</p> <p>Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas.</p>

<p>Diseño y realizo experimentos y verifico el efecto de modificar diversas variables para dar respuesta a preguntas.</p> <p>Indago sobre aplicaciones de la microbiología en la industria.</p> <p>Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas.</p>		
---	--	--

### Evaluación

En el diseño de la propuesta curricular se tiene implementada el proceso evaluativo para cada una de las actividades realizadas bajo el enfoque de evaluación por competencias. El cual busca garantizar el alcance de los objetivos propuestos. Además, las evidencias de aprendizaje que se obtienen a partir de las acciones formativas fueron diseñadas para verificar el avance de los estudiantes tanto a nivel conceptual como procedimental en el que implique el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes.

### Bibliografía

- ICFES. (2007). *Fundamento Conceptual Área de Ciencias Naturales*. Bogotá.
- MEN. (1998). *Lineamientos curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Santa Fé de Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- MEN. (2004). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales* (Vol. No 7). Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Rivera, M., Caracela, E. & Morales, L. (2020) Proceso de compostaje por *Saccharomyces cerevisiae* en una institución educativa en Perú. *Revista Científica Electrónica de Ciencias Humanas*, 109-119.

Anexo 2. TEST DE ENTRADA Y SALIDA

PRUEBA DIAGNÓSTICA

A continuación, se presenta una serie de preguntas para que sea contestadas de manera consciente. La prueba tiene como propósito reconocer el estado actual de las competencias científicas y saberes que los estudiantes poseen.

Género: Masculino Grado: 8-3 Edad: 16 Estrato: 1

Instrucción: Las preguntas que se muestran a continuación son de selección múltiple con única respuesta, es decir, se presenta un enunciado y cuatro opciones de respuesta donde debe elegir solo una opción que considere correcta.

Competencia de Indagación

1. El siguiente dibujo muestra un experimento en el que se siembran plantas en soluciones que contenían diferentes nutrientes.

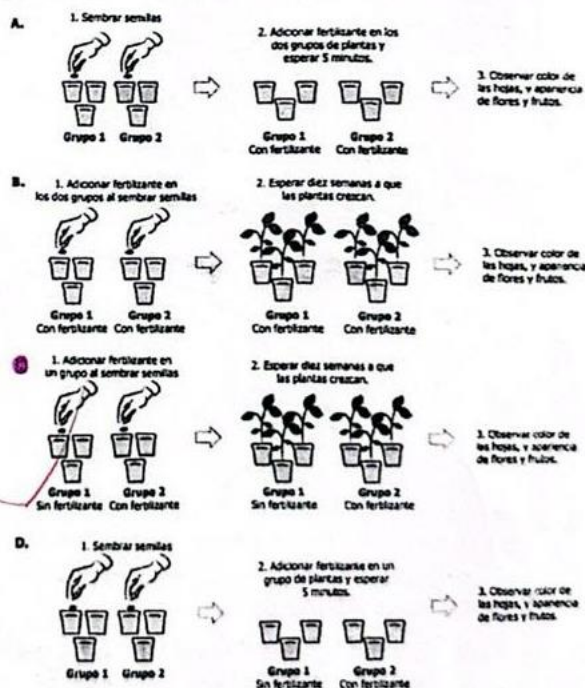


La pregunta que puede responderse con base en los resultados de este experimento es:

- A. ¿Cuál es el nivel mínimo de nutrientes en que una planta puede crecer?  
 B. ¿Cuál es el efecto de cada nutriente en la absorción de agua en las plantas?  
 C. ¿Cuál es el efecto del agua en la absorción de nutrientes en las plantas?  
 D. ¿Cuál es el efecto de cada nutriente en el desarrollo de las plantas?
2. Los árboles de manzano de zonas templadas no florecen naturalmente en el trópico. Un agrónomo hizo el siguiente experimento para estimular la producción de flores en los manzanos. A un grupo de estos árboles les quitó el 100% de las hojas y al otro grupo les quitó el 50% de las hojas. ¿Qué falta en este experimento para comprobar que la remoción de hojas es útil?
- A. Quitarle las hojas a un grupo de árboles de especie diferente.  
 B. Dejar a un grupo de árboles de manzano con todas las hojas.  
 C. Usar varios métodos de remoción de hojas en los árboles de manzano.  
 D. Combinar la remoción de hojas con la poda de las ramas de los manzanos.
3. Se realizó un experimento con dos grupos de plantas a las cuales se les suministró la misma cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), luz y agua. Ambos grupos alcanzaron la misma altura. Si se repite el experimento, pero al grupo 1 se le suministra una menor cantidad de CO<sub>2</sub> que al grupo 2, se esperaría que

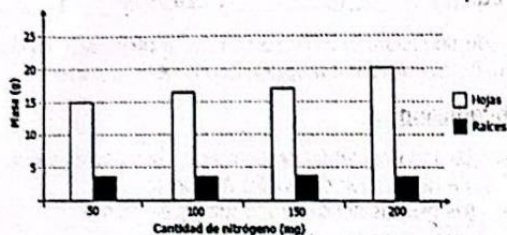
- A. las plantas del grupo 1 crezcan más porque su tasa de respiración celular es mayor.  
 B. las plantas del grupo 2 crezcan más porque tienen una mayor eficiencia fotosintética.  
 C. las plantas del grupo 1 mueran porque no tienen dióxido de carbono para su respiración.  
 D. las plantas del grupo 2 tengan un crecimiento acelerado, porque disminuye su eficiencia fotosintética.
4. Unos investigadores observan que un cultivo de plantas se está enfermando: el color verde de las hojas cambia a amarillo, las flores se marchitan y los frutos no crecen. Los investigadores tienen la hipótesis de que la causa de este problema es el fertilizante aplicado.

De acuerdo con lo anterior, ¿cuál de los siguientes experimentos permitiría saber si la hipótesis es falsa o verdadera?





5. Un grupo de estudiantes realizó una investigación sobre el efecto de la cantidad de nitrógeno en la masa de las raíces y de las hojas de una especie de planta. Los resultados se muestran en la siguiente gráfica.



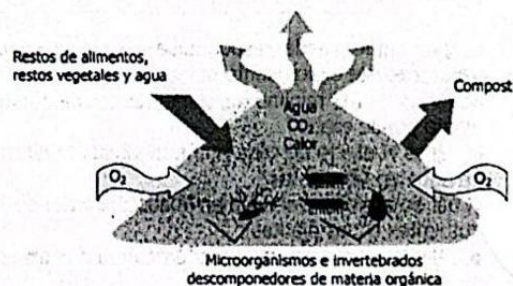
De los resultados obtenidos se podría concluir que

- A. en la cantidad de 150 mg de nitrógeno las hojas crecen el doble que en la cantidad de 50 mg.
- B. la cantidad de nitrógeno no afecta la masa de las hojas.
- C. en una cantidad de 200 mg de nitrógeno, la masa de las raíces y la de las hojas es superior a las demás.
- D. la masa de las raíces no depende de la cantidad de nitrógeno.

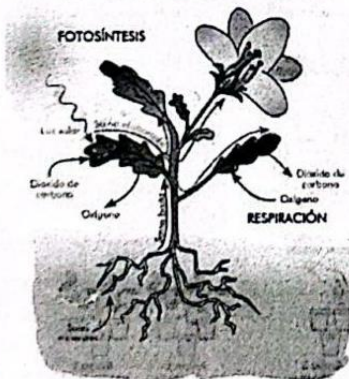
**Competencia de explicación de fenómenos**

6. El Sol mantiene la vida en el planeta Tierra porque
- A. proporciona la energía necesaria para que los animales la absorban de forma directa.
  - B. regula la temperatura de la superficie terrestre permitiendo la vida en cualquier lugar.
  - C. a partir de él las plantas, base de la cadena alimentaria, producen alimento.
  - D. los seres vivos regulan la temperatura corporal gracias al calor que proviene del Sol.
7. Las plantas angiospermas son organismos que tienen hojas, tallos, raíces, flores y frutos. Estas partes juegan diferentes papeles durante la fotosíntesis de manera directa o indirecta.

8. Para hacer uso adecuado de los residuos de alimentos del restaurante escolar y a la vez generar abono para la huerta del colegio, los estudiantes de grado octavo han desarrollado un sistema de compostaje en pilas como se observa a continuación.



**FOTOSÍNTESIS Y RESPIRACIÓN**



Tomado de: <https://www.recursosmp.com/2018/11/07/fotosintesis-y-respiracion/>

Si se genera un corte en el tallo, se afectaría el crecimiento de la planta porque:

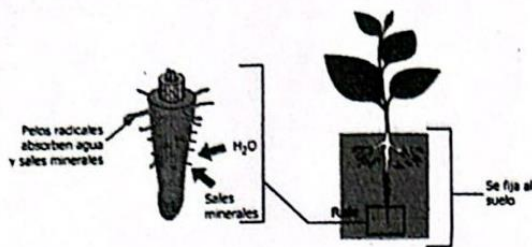
- A. Se interrumpiría la absorción de agua del suelo.
- B. No se podría llevar dióxido de carbono a la flor.
- C. Se eliminaría la clorofila necesaria para la fotosíntesis.
- D. No podría realizar la fotosíntesis y utilizar sus productos.

Al observar abundancia de invertebrados en la pila, algunos miembros de la comunidad educativa proponen una fumigación para exterminarlos, ante lo cual los estudiantes se oponen argumentando la función ecológica de estos organismos. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones explica de manera adecuada la función de los invertebrados en la pila del compostaje?

- A. Eliminan bacterias y hongos permitiendo la elaboración de un abono sano y nutritivo para las plantas de la huerta.
- B. Se nutren de la materia orgánica y descomponen en partículas más pequeñas y nutrientes los restos de los alimentos.
- C. Son potenciales polinizadores y dispersores de semillas de las plantas de la huerta.
- D. Son alimento directo para las plantas quienes los absorben mediante sus raíces.



9. La figura muestra la función de la raíz en el desarrollo de la planta.



Con base en la figura, ¿por qué las raíces son importantes en el desarrollo de la planta?

- A. Porque elaboran el alimento para su crecimiento y desarrollo.
- B. Porque absorben elementos que ayudan a su crecimiento y desarrollo.
- C. Porque transportan minerales a todas las partes de la planta.
- D. Porque le dan soporte a las flores cuando están en crecimiento.

10. El compostaje es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno). Con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas. Es posible interpretar el compostaje como el sumatorio de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos que, en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost. ¿Por qué el compostaje puede ser una buena opción de abono para los cultivos?

- A. Porque el compostaje es un proceso anaeróbico que no requiere la presencia de oxígeno.
- B. Porque la adecuada humedad y temperatura son factores irrelevantes en el proceso de compostaje.
- C. Porque el compostaje implica la transformación de restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas.
- D. Porque los microorganismos en el proceso de compostaje aprovechan el oxígeno para producir su propia biomasa.

**Competencia de uso comprensivo del conocimiento**

11. Cuando un suelo se utiliza demasiado para la agricultura, sin los cuidados requeridos, se deteriora y pierde nutrientes. Una vía por la cual se remueven los nutrientes del suelo es

- A. la descomposición de los restos de las plantas que quedan en el suelo luego de una cosecha, porque durante su descomposición se agotan los nutrientes del suelo.
- B. el uso de abonos orgánicos, los cuales necesitan de bacterias anaeróbicas para descomponerlos, gastando así el oxígeno del suelo.
- C. la remoción de las cosechas ya que éstas en su composición incluyen elementos químicos que han tomado del suelo.
- D. la transpiración de las plantas a través de sus hojas, porque muchos de los elementos del suelo se evaporan con el agua.

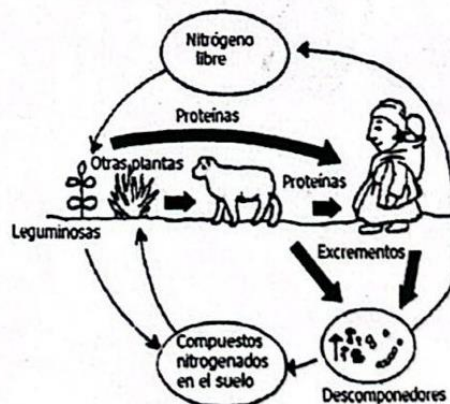
12. Alejandra leyó que la materia orgánica es uno de los componentes más importantes del suelo. se considera que la materia orgánica es cualquier tipo de material de origen animal o vegetal que regresa al suelo después de un proceso de descomposición en el que participan microorganismos. Puede ser hojas, raíces muertas, exudados, estiércoles, orín, plumas, pelo, huesos, animales muertos, productos de bacterias, hongos, nematodos que aportan al suelo sustancias orgánicas o sus propias células al morir. De esta información, ¿cuál conclusión puede sacar Alejandra?

- A. La materia orgánica en el suelo proviene exclusivamente de origen animal.

- B. La materia orgánica en el suelo proviene exclusivamente de origen vegetal.
- C. La materia orgánica en el suelo proviene únicamente de la descomposición de hojas y raíces.
- D. La materia orgánica en el suelo puede provenir de una variedad de materiales de origen animal o vegetal, así como de microorganismos.

13. Observa el ciclo del nitrógeno que se muestra en la siguiente imagen.

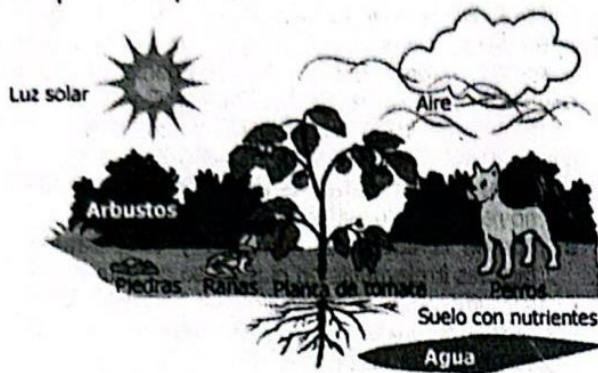
**Ciclo del nitrógeno**



¿Qué pasaría en la naturaleza si faltaran los descomponedores dentro de este ciclo?



- A. Las plantas aumentarían la absorción del nitrógeno.
  - B. Las plantas tendrían menos nutrientes para crecer.
  - C. Las proteínas no tendrían nitrógeno.
  - D. Los seres vivos ya no necesitarían el nitrógeno.
14. En la figura se muestran una planta de tomate y algunos de los elementos bióticos y abióticos presentes en el ecosistema en el que vive la planta.



- ¿Cuáles de los elementos presentes en el ecosistema necesita la planta de tomate para su crecimiento?
- A. Piedras, agua y arbustos.
  - B. Suelo con nutrientes, perros y arbustos.
  - C. Piedras, perros y ranas.
  - D. Agua, aire, luz solar y suelo con nutrientes.
15. El pH es una medida del carácter ácido o básico de una solución. A continuación, se muestra la escala de pH que va de 0 a 14:

Carácter	Ácido						Neutro	Básico						
pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Las siguientes figuras muestran productos comerciales y su valor aproximado de pH.



- Según la información anterior, el producto comercial de carácter más básico es:
- A. agua en botella.
  - B. antiácido.
  - C. blanqueador.
  - D. gaseosa.

## Anexo 3. CONSENTIMIENTO INFORMADO



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA**  
**CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS**  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA**  
**MEDELLÍN**

**AUTORIZACION PARA EL USO DE DATOS, UTILIZACION Y DUFUSION DE IMÁGENES Y TESTIMONIOS DE MENORES DE EDAD -CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo, Maria Veronica Zuleta, identificado con cedula de ciudadanía No. [REDACTED], en mi calidad de acudiente de Ximena Padilla Zuleta estudiante del grado 3 de la institución educativa Nival La Cruzada, Después de haberseme explicado el procedimiento y/o actividad a realizar por parte de los estudiantes de la maestría en Ciencias Naturales y matemática de la Universidad Pontificia Bolivariana, en el marco de la realización del proyecto de grados sobre el fortalecimiento de las competencias científicas de los estudiantes de la educación básica secundaria a través de la producción de biofertilizantes, doy autorización para que mi acudido participe del proceso, igualmente para que los investigadores utilicen los datos recabados y pertenecientes al menor que represento producto de entrevistas, encuestas, talleres pedagógicos, fotografías, grabación de audio o video y de manera general para todas las actividades propuestas. Igualmente autorizo la utilización, reproducción, fijación, transformación, teletransmisión y retransmisión total o parcial por medio físico o tecnológico, impreso o digital, en cualquier medio conocido o por conocer, en todo momento y en cualquier parte del mundo, de la imágenes y/o testimonios aquí autorizados, y dados por mi representado (a), para la realización de contenidos, publicarlos en internet, redes sociales, páginas web, diarios de alta circulación y publicidad masiva con fines de carácter pedagógico e investigativo que investigadores dispongan, sin que de ello se derive a mi favor obligaciones o contraprestaciones de cualquier índole.

Lo anterior porque la inclusión de las nuevas tecnologías como medio de comunicación al alcance de la comunidad en general y la posibilidad de que en estos medios puedan aparecer imágenes de niños que participan en la propuesta investigativa a desarrollar, implica un reconocimiento del derecho a la propia imagen concedido en el artículo 15 de la Constitución Política de Colombia, sobre el derecho al honor, a la intimidad personal, familiar y a la propia imagen y la Ley Estatutaria 1581 de 2012, sobre la Protección de Datos de Carácter Personal, por esta razón se solicita el consentimiento a los padres o tutores legales.

**INFORMACION DEL ESTUDIANTE**

Nombre del estudiante: Ximena Padilla Zuleta  
 Tipo de documento: RC  NIUP  TI  Numero de documento: [REDACTED]

**INFORMACION DEL ACUDIENTE:**

Firma del acudiente: Maria Veronica Zuleta  
 Celular: [REDACTED]  
 Dirección: Corregimiento La Cruzada