

**Evaluación preliminar del efecto de fertilizantes orgánicos líquidos en el cultivo de cebolla larga (*Allium fistulosum*) en zona montañosa de El Cerrito, Valle del Cauca**

Miguel Ángel Rodríguez Rodríguez

Asesor

ING. María Del Pilar Romero

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Escuela de Ciencias Agrarias, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA)

Palmira, Colombia

Programa

2025

*El presente les pertenece a ellos;  
el futuro, por el cual realmente  
he trabajado, me pertenece.*

*Nikola Tesla*

### **Agradecimientos**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, al universo y a la vida por guiarme y darme la fuerza necesaria a lo largo de este proceso.

Agradezco profundamente a los profesores de la universidad por su continuo apoyo y dedicación, así como a mi directora de trabajo de grado, la Ingeniera María del Pilar Romero por su orientación y compromiso durante todo el proyecto. También a la profesora María del Carmen Garcés por estar presente en el inicio de esta fase y brindarme su apoyo inicial.

A mi novia, por su paciencia, apoyo y comprensión durante todo este proceso. A mis suegros por permitirme realizar mi trabajo en su finca y por su hospitalidad y apoyo. A Honey, la mascota guardiana quien ha cuidado y protegido mi proyecto con lealtad y cariño.

Finalmente, a mis padres, por su amor y sacrificio quienes siempre han sido mi mayor fuente de apoyo y motivación.

## Resumen

La producción de cebolla larga en el corregimiento de Tenerife en el municipio de El Cerrito, Valle del Cauca enfrenta grandes retos que ponen en peligro su sostenibilidad económica ambiental y social debido a la deficiencia de nutrientes en el suelo resultado de años de prácticas inapropiadas que han ido comprometiendo el crecimiento óptimo del cultivo notándose una disminución en la calidad y rendimiento de la cosecha mientras los altos costos de los fertilizantes químicos representan una carga económica significativa para los agricultores reduciendo su capacidad de mantener los niveles adecuados de nutrientes y obtener una producción rentable.

En ese contexto, la presente investigación tuvo como finalidad evaluar el efecto de dos soluciones derivadas de lixiviados de materia orgánica, en el rendimiento de cebolla larga (*Allium fistulosum*) en la Finca La Magdalena, vereda el Moral, corregimiento, Tenerife - Valle del Cauca. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), conformado por cuatro tratamientos y tres repeticiones, los tratamientos se aplicaron vía radicular en drench, fraccionados en cinco aplicaciones cada 25 días después de la siembra, se consideraron distintas variables que nos permitieron evaluar el efecto. La propuesta de utilizar lixiviados orgánicos como acondicionadores de suelo surge como una solución innovadora y prometedora, este enfoque podría reducir los costos para los agricultores y mejorar la salud del suelo a largo plazo. Encontrar una opción viable y sostenible a la fertilización química y a las prácticas insostenibles que se realizan actualmente es crucial no solo para la rentabilidad económica de la finca sino también para ayudar a la preservación del medio ambiente y el desarrollo local.

**Palabras clave:** soluciones orgánicas, cebolla larga, lixiviados de materia orgánica, drench, acondicionadores de suelo.

### **Abstract**

The production of spring onions in the Tenerife district, located in the municipality of El Cerrito, Valle del Cauca, faces significant challenges that threaten its economic, environmental, and social sustainability. Years of inadequate agricultural practices have led to soil nutrient depletion, compromising crop growth and resulting in a decline in both quality and yield. Additionally, the high costs of chemical fertilizers place a heavy financial burden on farmers, limiting their ability to maintain proper nutrient levels and achieve profitable production.

In this context, the present study aimed to evaluate the effect of two organic matter leachate-based solutions on the yield of spring onion (*Allium fistulosum*) at La Magdalena farm, El Moral village, Tenerife district, Valle del Cauca. A completely randomized design (CRD) with four treatments and three replications was used. Treatments were applied via root drench in five split applications every 25 days after planting. The proposal to use organic leachates as soil conditioners emerges as an innovative and promising solution, potentially reducing costs for farmers while improving long-term soil health. Finding a viable and sustainable alternative to chemical fertilization and current unsustainable practices is crucial not only for the farm's economic profitability but also for environmental conservation and local development.

**Keywords:** organic solutions, spring onion, organic matter leachates, drench, soil conditioners.

## Tabla de Contenido

Introducción.....	12
Objetivos.....	16
Objetivo General.....	16
Objetivos Específicos .....	16
Revisión de Literatura.....	17
Cultivo de Cebolla Larga ( <i>Allium fistulosum</i> ).....	17
Morfología.....	17
Descripción Botánica.....	18
Requerimientos Edafoclimáticos.....	19
Requerimientos Edáficos .....	19
Requerimientos Climáticos.....	19
Prácticas de Fertilización.....	19
Fertilización Recomendada en Cebolla Larga.....	20
Definición y Composición de la Materia Orgánica .....	21
Funciones de la Materia Orgánica en el Suelo .....	22
Fertilización Orgánica .....	22
Tipos de Fertilizantes Orgánicos .....	23
Fertilizantes Orgánicos de Origen Animal .....	23
Fertilizantes Orgánicos de Origen Vegetal.....	24
Fertilizantes Orgánicos de Origen Mineral.....	24
Beneficios de los Fertilizantes Orgánicos.....	24
Fertilización orgánica líquida en la agricultura .....	25

Beneficios de los Fertilizantes Orgánicos Líquidos .....	25
Efectos en el crecimiento y rendimiento de los cultivos .....	26
Obtención de Fertilizantes Líquidos a partir de Materia Orgánica.....	26
Aplicación en la Agricultura.....	27
Metodología.....	28
Área de Estudio .....	28
Características del suelo.....	28
Diseño Experimental .....	29
Descripción de los Tratamientos .....	30
Abonos Orgánicos.....	30
Método Tradicional.....	34
Aportes Nutricionales de los Tratamientos .....	36
Procedimiento en Campo.....	36
Preparación del Terreno.....	36
Asignación de Tratamientos .....	38
Labores Culturales .....	39
Establecimiento del Cultivo.....	40
Manejo agronómico .....	41
Procedimiento de Cosecha.....	41
Momento de la Cosecha.....	41
Recolección.....	42
Registro de Datos.....	42
Medida Altura de las Plantas .....	42

Longitud de los Bulbos.....	43
Peso de las cebollas en cosecha (kg) .....	43
Análisis de Datos.....	45
Resultados y Discusión.....	46
Respuesta del Cultivo al Uso de los fertilizantes orgánicos Líquidos.....	46
Datos Obtenidos.....	47
Desarrollo Vegetativo del Cultivo.....	48
Longitud de bulbo.....	48
Altura de la planta completa.....	48
Peso Total de la Planta.....	49
Comparación entre Fertilizantes orgánicos .....	51
Composición Nutricional.....	51
Rendimiento.....	52
Discusión .....	52
Desempeño de los abonos orgánicos líquidos: .....	53
Eficiencia de la Fertilización Química: .....	53
Conclusiones.....	54
Recomendaciones .....	55
Referencias Bibliográficas.....	56
Apéndices.....	60

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> Tipos de fertilizantes orgánicos .....	23
<b>Figura 2</b> Lote para implementar el diseño experimental.....	28
<b>Figura 3</b> Diseño experimental (DCA) utilizado en campo .....	29
<b>Figura 4</b> Abonos orgánicos utilizados en el ensayo.....	30
<b>Figura 5</b> Solución orgánica T1.....	31
<b>Figura 6</b> Solución orgánica Fertilizante orgánico a partir de gallinaza.....	33
<b>Figura 7</b> Aplicación del Tratamiento 2 .....	33
<b>Figura 8</b> Aplicación del T3 – F.Q.....	35
<b>Figura 9</b> Preparación del lote, control de arvenses .....	37
<b>Figura 10</b> Medición del lote para establecer el ensayo .....	37
<b>Figura 11</b> Medición de las parcelas para establecer los tratamientos .....	38
<b>Figura 12</b> Distribución de los tratamientos en el lote .....	38
<b>Figura 13</b> Control de arvenses en el lote.....	39
<b>Figura 14</b> Roturación (Picar calle).....	39
<b>Figura 15</b> Establecimiento del lote .....	40
<b>Figura 16</b> Parcelas definidas en lote .....	40
<b>Figura 17</b> Cosecha del ensayo.....	41
<b>Figura 18</b> Recolección de las cebollas en la cosecha.....	42
<b>Figura 19</b> Toma de medida altura de las plantas .....	43
<b>Figura 20</b> Toma de medida longitud de bulbos.....	44
<b>Figura 21</b> Toma de peso de la cebolla cosechada.....	44
<b>Figura 22</b> Diagrama de barras de los tratamientos medidas de peso .....	46
<b>Figura 23</b> Diagrama de barras de los tratamientos medidas de longitud.....	47

### Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> Ficha técnica del tratamiento 1 .....	32
<b>Tabla 2</b> Ficha técnica del Tratamiento 2.....	34
<b>Tabla 3</b> Ficha técnica Fertilizante químico .....	35
<b>Tabla 4</b> Comparación aportes nutricionales de tratamientos .....	36
<b>Tabla 5</b> Resultados consolidados promedio.....	47
<b>Tabla 6</b> Analisis de varianza longitud de bulbo.....	48
<b>Tabla 7</b> Analisis de varianza longitud de la planta completa.....	49
<b>Tabla 8</b> Análisis de varianza peso total de la planta .....	50
<b>Tabla 9</b> Prueba de comparaciones (Tukey).....	51
<b>Tabla 10</b> Cuadro comparativo de las variables de respuesta tratamientos orgánicos .....	52

**Lista de Apéndices**

<b>Apéndice A</b> Manejo del Cultivo.....	60
<b>Apéndice B</b> Lista de símbolos de abreviaturas .....	61

## Introducción

El cultivo de cebolla larga (*Allium fistulosum*), también conocida como cebolla de rama o junca, se ha convertido en un cultivo representativo de la economía agrícola de la región del Valle del Cauca, en Colombia. En este sentido, la región de Tenerife, situada en el Cerrito Valle, sobresale como el principal productor de cebolla larga en la región, Precisamente, en esta área existe la mayor extensión de cebolla larga cultivada - cerca de 450 hectáreas, siendo pues, un producto fundamental para la cocina del país en cuestión, pero también una fuente de trabajo y de sustento para cientos de familias de la región (El Tiempo, 1999).

El hecho de que la producción de cebolla larga en Tenerife, en el municipio del Cerrito Valle del Cauca, tenga tanto éxito, responde en gran parte a su especial geografía. El cultivo se extiende a lo largo de un espectacular rango altitudinal. Desde la vereda El Moral corregimiento de Tenerife a 1700 m.s.n.m. con temperatura media de 17°C, iniciando de las partes más elevadas de la localidad de Tenerife a 3200 m.s.n.m. donde la temperatura media es de 10°C. (El Tiempo, 1999). Los agricultores han podido aprovechar los diferentes climas que la variación de la altitud y la temperatura brindan y adaptar su agricultura a cada nivel e impulsar, de esta forma, el crecimiento de la cebolla para cada zona.

No obstante, el cultivo de la cebolla larga en el Valle del Cauca acarrea desafíos críticos y continuos que amenazan la sostenibilidad y rentabilidad a largo plazo y, por ende, su futuro agrícola. Productores arraigados en la vereda El Moral Bajo del corregimiento de Tenerife, específicamente en la finca La Magdalena, se ven amenazados por problemas que afrontan a diario, debilitando su producción. Uno de los problemas más significativos que enfrenta la finca la Magdalena es la deficiencia de nutrientes en el suelo. La falta o el agotamiento de elementos necesarios para un crecimiento óptimo es un problema común para las plantas de cebolla larga,

por lo que las plantas son débiles, el tamaño de los bulbos es más pequeño, el diámetro del bulbo es menor y de baja calidad.

Esta situación es el resultado acumulativo de años de prácticas inadecuadas de manejo y fertilización del suelo. Técnicas como el monocultivo, al concentrar una sola especie vegetal en una misma área, reduce la diversidad de microorganismos y nutrientes presentes en el suelo. Esto provoca un desequilibrio en la fertilidad natural, agotando los elementos que consume predominantemente esa planta. (Kogut, 2021).

Moreno Pérez et al. (2011) afirman que un suelo fatigado se refiere a la reducción en su capacidad productiva, resultado de la repetición constante de un mismo cultivo sobre el mismo tipo de terreno. Este problema está influenciado por factores como la falta de nutrientes, lo que genera cosechas con bajos rendimientos y menor calidad.

A este problema técnico se suma un desafío económico igualmente importante: El alto costo en relación con la aplicación de fertilizantes. En donde actualmente los precios de los insumos agrícolas están en constante aumento, mantener un régimen de fertilización adecuado se ha convertido en una carga financiera cada vez más difícil para los agricultores de la Finca La Magdalena. Los productores se encuentran en una situación difícil y preocupante saben que necesitan aplicar más fertilizantes para compensar la deficiencia de nutrientes en el suelo, pero el costo de hacerlo es tan alto que amenaza con hacer que su operación sea económicamente inviable.

Por ello, los productores se ven ante el desafío de tomar decisiones que desde una perspectiva financiera son racionales a corto plazo, pero no lo son a largo. Usan fertilizantes de manera limitada para eliminar costos y lo que hacen con la producción de cebolla larga es afectar directamente la calidad y la cantidad de su cosecha.

Esto pone en peligro la rentabilidad actual como el futuro sostenible de la finca. Es en este contexto que el uso y manejo adecuado de fertilizantes se vuelve no solo importante, sino crítico. Ya que, esta región ha sufrido diversas problemáticas entre ellas la aplicación de gallinaza sin compostar, alternativa que encontraban los agricultores al querer nutrir sus suelos, ya que salía mucho más barata esta práctica, buscando la manera suplir las necesidades nutricionales del suelo. Sin embargo, el uso de gallinaza sin compostar como abono orgánico puede presentar problemas significativos en la agricultura como el medio ambiente, la gallinaza al descomponerse cerca de las plantas, eleva la temperatura del suelo, lo que puede dañar las raíces y los tallos. el alto contenido de viruta afecta negativamente la relación carbono/nitrógeno dificultando la conversión de la materia orgánica en nutrientes minerales, la acumulación y pérdida de nutrientes por volatilización y escurrimiento no solo reduce la eficiencia de los nutrientes, sino que también puede llevar a la contaminación del agua cercana debido al escurrimiento de nitratos. Además, la descomposición cerca de las plantas favorece el desarrollo de patógenos y aumenta el riesgo de enfermedades. (Barrera, 2018).

En la búsqueda de soluciones a estas problemáticas, Investigadores y agricultores de manera innovadora están centrando su atención en enfoques que sean más integrales y sostenibles. Una iniciativa con gran potencial es el uso de acondicionadores de suelos, sustancias que son mejoradores de suelo, resultante de la degradación biológica de la materia orgánica, cuya incorporación al suelo contribuye a mejorar sus propiedades, lo cual se refleja en un incremento de la capacidad productiva del mismo (Abonamos, 2021). En el caso de la Finca La Magdalena y otros productores de cebolla larga en Tenerife, el interés está puesto en acondicionadores que puedan ayudar a retener los nutrientes en el perfil del suelo, manteniéndolos disponibles durante más tiempo y permitiendo que las raíces de las plantas los absorban justo cuando los necesitan.

Granada Torres y Prada Millán, (2015) citaron que la adición de enmiendas orgánicas puede influir positivamente en las propiedades físicas del suelo (Stevenson, 1982; Roldán et al., 2003), mejorando su estructura, incrementando la formación y estabilidad de agregados así como la retención de agua en el suelo. Este hecho disminuye la escorrentía, evita el lavado de nutrientes y mejora el desarrollo vegetal (Bastida et al., 2007). Las interacciones que se logran permiten la adecuada relación suelo-planta y ambiente que se verá positivamente influenciada por la actividad microbiana, el aumento en la disponibilidad de energía y nutrientes en el suelo, dando paso al crecimiento y desarrollo vegetal, así como el equilibrio fitosanitario del cultivo. (Granada Torres & Prada Millán, 2015).

Entre estos acondicionadores, uno que ha despertado un interés particular es el lixiviado de materia orgánica, el cual se obtiene mediante la descomposición controlada de materiales orgánicos como el compost o el estiércol. Los abonos orgánicos son componentes clave de la fertilidad del suelo. Controlan las actividades de la rizósfera y regulan el crecimiento de las plantas. (Alcívar Llivicura et al., 2021).

Esta propuesta no solo busca mejorar la eficiencia en el uso de nutrientes, disminuyendo las pérdidas y permitiendo que la mayor parte del fertilizante aplicado llegue realmente a las plantas, sino que también ofrece beneficios ambientales significativos. Al disminuir la pérdida de nutrientes por lixiviación, se reduce la contaminación de aguas subterráneas y ríos cercanos.

Además, podría ser una buena alternativa en casos donde la gallinaza no ha sido compostada, evitando así su aplicación indiscriminada en los suelos.

La realización de este ensayo no solo podría beneficiar a la Finca La Magdalena y a sus agricultores, sino que podría tener un impacto mucho más alto. Mejorar la productividad y sostenibilidad de la cebolla larga en Tenerife fortalecería la economía local y regional.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar la respuesta del cultivo de cebolla larga (*Allium fistulosum*) al efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos líquidos durante el ciclo vegetativo, en la finca La Magdalena, ubicada en Tenerife - Cerrito, Valle del Cauca.

### **Objetivos Específicos**

Analizar el desarrollo vegetativo y cosecha del cultivo de cebolla larga bajo la aplicación de cada uno de los tratamientos, con las variables: tamaño (cm), y peso (g) de las cebollas cosechadas.

Identificar el tratamiento más efectivo para el cultivo de cebolla larga.

## Revisión de Literatura

### Cultivo de Cebolla Larga (*Allium fistulosum*)

La cebolla larga o "junca" representa una importante fuente de ingresos para numerosos pequeños productores agrícolas. Este cultivo, además de su valor económico, tiene relevancia nutricional al proporcionar fósforo, calcio y vitaminas, siendo utilizada principalmente como condimento en la alimentación (SENA, 1991).

En Colombia, las principales zonas productoras de cebolla larga se encuentran distribuidas en varios departamentos. Entre las regiones más representativas se encuentran los páramos y áreas frías cercanas a la laguna de Tota en Boyacá; el Valle de Atriz, la zona de La Cocha y los municipios de Túquerres e Ipiales en Nariño; así como las localidades de Berlín, Tona y Betas en Santander; los municipios de Pamplona, Pamplonita, Silos, Mutiscua y Chitagá en Norte de Santander, y el Cerrito departamento del valle del cauca. Las variedades más comunes en estas zonas son la zancona, la cebolleta y la cebolla Junca o criolla, siendo esta última la más demandada en el mercado. (SENA, 1991).

En el contexto del Valle del Cauca la cebolla larga juega un papel crucial en la economía local y las tradiciones culinarias, sin embargo, su producción enfrenta desafíos significativos particularmente en términos de manejo del suelo y prácticas de fertilización. (DANE, 2015)

### Morfología

Según una publicación de Corpoica (2012), la cebolla larga se clasifica dentro de la clase Monocotiledoneae, perteneciente al superorden Liliflorae, orden Asparagales, familia Alliaceae, tribu Allieae y género *Allium*. Además, en dicha publicación se cita a Hanelt (1990), quien clasifica esta planta dentro del subgénero *Rhizirideum*, siendo su especie *Allium fistulosum*.

### ***Descripción Botánica***

La planta de cebolla larga está compuesta por macollas, que son agrupaciones de gajos o vástagos originados en un mismo punto. Se identifican cuatro partes principales: raíz, tallo, seudotallo y hojas. (Sánchez León et al., 2012, p. 15).

**Raíz.** Es fibrosa y fasciculada, con una longitud que varía entre 20 y 25 cm, y una extensión lateral aproximada de 15 cm. Está formada por numerosas raicillas que brotan desde la parte inferior del disco basal o tallo.

**Tallo.** Presenta una forma comprimida y aplastada, similar a un disco que crece justo después de la raíz. Está constituido por una zona meristemática que permanece activa de forma indefinida, perpetuándose por sí misma.

**Seudotallo.** Lo que aparenta ser el tallo real de la planta es en realidad un "falso" tallo o seudotallo, formado por las vainas concéntricas de las hojas, que conforman la parte aérea compacta y de color blanco de la planta.

**Hojas.** Antes de salir del seudotallo, las hojas se presentan compactas; al emerger, desarrollan un espacio hueco en el centro que se amplía conforme crecen, terminando en una punta. Su forma cilíndrica las hace muy eficientes para captar la luz..

**Inflorescencia.** Es producida por la zona meristemática del tallo o disco, emitiendo una estructura sólida en su base y hueca e inflada a medida que aumenta su tamaño. Contiene de 50 a 2,000 flores envueltas por hojas modificadas que conforman la espata.

**Semillas.** Inicialmente son lisas y voluminosas, a medida que maduran se deshidratan y se tornan arrugadas y de forma irregular. Aproximadamente el 90% del volumen de la semilla lo constituye el endospermo, tejido alimenticio que contiene las reservas de carbohidratos, proteínas y grasas. (Sánchez León et al., 2012, p. 15-19).

## **Requerimientos Edafoclimáticos**

### ***Requerimientos Edáficos***

Según un artículo publicado por el DANE (2015), los suelos aptos para el cultivo de cebolla larga presentan las siguientes características.

Textura media franca (F) a franco-arcillosa (FAR), suelos profundos, capacidad de retención de humedad buena, para el cultivo de cebolla larga se recomienda mantener la humedad en el 60-80% de la capacidad de campo, contenido de materia orgánica medio a alto 3 - 5% de MO, pH ligeramente ácidos a neutros (6,2 - 7,3) y suelos no salinos.

### ***Requerimientos Climáticos***

La cebolla larga presenta una notable adaptabilidad climática, desarrollándose desde regiones de clima cálido hasta ambientes fríos, con temperaturas entre 10 y 20 grados centígrados. Sin embargo, alcanza su máximo potencial productivo y calidad en zonas medias y frías, específicamente entre los 1,500 y 3,000 metros sobre el nivel del mar. El cultivo requiere una precipitación anual de 1,000 a 1,600 milímetros distribuidos durante todo el año (SENA, 1991, p. 9).

En El Cerrito, Valle del Cauca, específicamente en el corregimiento de Tenerife, el cultivo se desarrolla en suelos de montaña a alturas entre 2,000 y 3,000 metros sobre el nivel del mar, en clima frío húmedo, con temperaturas de 12 a 18°C y precipitaciones promedio entre 1,000 y 2,000 mm anuales. La humedad relativa oscila entre 82 y 90%. (DANE, 2015).

### **Prácticas de Fertilización**

Para la primera cosecha, se recomienda aplicar 7 toneladas por hectárea de materia orgánica, equivalentes a 168 gramos por hoyo, mezclándola bien con la tierra. En el caso de segundas cosechas o sucesivas, la dosis se reduce a 3.5 toneladas por hectárea, aproximadamente

84 gramos por planta. En ausencia de abono orgánico, se puede aplicar fertilizante químico en dosis de 50 a 80 gramos de formulación 14-14-14 ó 15-15-15. Es importante realizar una reabonada inmediatamente después de la cosecha de los tallos o durante los aporques empleando 85 g de gallinaza o material orgánico por cada planta. (SENA, 1991, p. 18-19).

El cultivo de cebolla larga se realiza principalmente en monocultivo. Sin embargo, según un estudio de Corpoica (2018) realizado en la región de la laguna de la Tota, en algunas áreas se implementan sistemas de rotación de cultivos, incluyendo frijol, arveja y repollo. La fertilización en esta zona se basa principalmente en el uso de abonos orgánicos, destacándose la gallinaza (estiércol de aves) como la fuente principal de nutrientes (Barrera, 2018).

### **Fertilización Recomendada en Cebolla Larga**

El crecimiento y rendimiento de la cebolla están influenciados por el suministro de nutrientes esenciales, entre los que destacan nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). El fósforo es fundamental en las primeras etapas del cultivo, ya que promueve el desarrollo radicular, mientras que el nitrógeno favorece el crecimiento foliar y la formación de bulbos, y el potasio mejora la calidad y el almacenamiento del producto cosechado (Chandler, 1994).

Según un artículo publicado por el DANE (2015) se debe realizar un análisis de suelo previo en el cual se recomiende incluir azufre (S) y elementos menores, formular un plan de fertilización basado en los resultados del análisis.

En suelos moderada a fuertemente ácidos, ajustar el pH utilizando enmiendas como Cal agrícola, Cal dolomita (especialmente si hay relación estrecha entre calcio y magnesio). Aplicar enmiendas al voleo antes de la última rastrillada e incorporar con rastrillo.

Uso de fertilización mineral en suelos donde se acumulan fósforo (P) y potasio (K) por el uso excesivo de gallinaza, aplicar, 75 kg/ha de nitrógeno (N). 25 kg/ha de óxido de magnesio

(MgO). 20 kg/ha de azufre (S). Fuentes recomendadas, Urea para nitrógeno, Kieserita (sulfato de magnesio) para magnesio y azufre, mezclar y aplicar en banda sobre la hilera de plantas antes del primer aporque, seguido de riego por aspersión.

Aplicación de materia orgánica (gallinaza). Si se utiliza gallinaza compostada, aplicarla al voleo e incorporarla al suelo antes de la arada para evitar pérdidas por volatilización y favorecer su descomposición. Evitar acumulación en el depósito o largos periodos de exposición para minimizar pérdida de nitrógeno y descomposición inadecuada, Incorporarla durante la preparación del terreno junto con el encalado, pero separadamente, si es necesario aplicar durante el cultivo, la materia orgánica debe estar bien compostada.

Aplicación foliar de boro (B) en suelos deficientes en boro, aplicar una solución al 0,25 %, mezclando 2,5 gramos de solubor (20 % B) por litro de agua. Repetir la aplicación cada 15-20 días, agregar 20 gramos de urea a la mezcla.

### **Definición y Composición de la Materia Orgánica**

La materia orgánica del suelo también conocida como humus, es un componente fundamental para la salud y fertilidad del suelo. Gros y Domínguez (1992) la definen como "sustancias orgánicas variadas de color pardo y negruzco, que resultan de la descomposición de materias orgánicas de origen exclusivamente vegetal" esta definición, aunque ampliamente aceptada no es unánime entre los especialistas debido a la complejidad y variabilidad de su composición.

La materia orgánica del suelo posee una alta proporción de carbono y cerca de un 5% de nitrógeno. Esta composición permite estimar su cantidad a partir del nitrógeno total, multiplicándolo por 20, lo cual resulta esencial para evaluar su impacto en la fertilidad y en el ciclo global del carbono. (Julca-Otiniano et al., 2006)

## **Funciones de la Materia Orgánica en el Suelo**

La materia orgánica desempeña múltiples funciones esenciales que influyen en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Mejora la estructura y estabilidad del suelo, incrementa la capacidad de retención de agua y la capacidad de intercambio catiónico, actúa como reserva de nutrientes, estimula la actividad microbiana beneficiosa y contribuye a la resistencia contra la erosión.

Según Julca-Otiniano (2006) Estos efectos han sido corroborados por diversos autores como Graetz (1997) subrayando la importancia multifacética de la materia orgánica en la salud general del suelo.

Se estima que entre el 1% y el 3% del humus se mineraliza anualmente. Este proceso es crucial para la liberación de nutrientes especialmente nitrógeno, y debe considerarse al establecer un balance de nutrientes en el suelo para un correcto abonado. (Julca-Otiniano et al., 2006)

## **Fertilización Orgánica**

Cherlinka (2024), afirma que los fertilizantes orgánicos, también denominados abonos orgánicos, son productos procedentes de fuentes naturales y contienen, como mínimo, un nutriente esencial para alimentar las plantas. Estos se presentan como una alternativa sostenible a la Cherlinka (2024), afirma que los fertilizantes orgánicos, también denominados abonos orgánicos, son productos procedentes de fuentes naturales y contienen, como mínimo, un nutriente esencial para alimentar las plantas. Estos se presentan como una alternativa sostenible a la fertilización convencional, contribuyendo a la conservación y mejora del suelo. En contraste con los fertilizantes sintéticos, los fertilizantes orgánicos incluyen materiales naturales como compost y estiércol, promoviendo prácticas agrícolas que reducen el impacto ambiental y conservan los recursos naturales. La aplicación de fertilizantes orgánicos mejora la estructura del

suelo, su capacidad para retener agua y su contenido de materia orgánica, lo cual resulta esencial para mantener la productividad a largo plazo (Ochoa Espinosa *et al.*, 2019).

### **Tipos de Fertilizantes Orgánicos**

La clasificación de los fertilizantes orgánicos se basa en su origen, ya sea vegetal, animal o mineral (Figura 1). Estos fertilizantes no solo proporcionan los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, sino que también optimizan la estructura del suelo y favorecen la actividad microbiana. (Cherlinka, 2024).

### **Figura 1**

*Tipos de fertilizantes orgánicos*



*Fuente.* EOSDA

### ***Fertilizantes Orgánicos de Origen Animal***

Proviene del estiércol y de subproductos de la ganadería. Son ricos en nitrógeno, lo que los hace ideales para cultivos exigentes como el maíz y las hortalizas. Entre los más utilizados están el Estiércol animal que aporta nutrientes esenciales y mejora la retención de humedad, Harina de sangre alta en nitrógeno estimula el crecimiento vegetativo, harina de huesos fuente de calcio y fósforo clave para raíces y floración, harina de plumas liberación lenta de nitrógeno,

guano de murciélago fertilizante equilibrado con NPK aproximado de 8-5-1,5, estiércol de aves de corral rico en NPK y oligoelementos esenciales, orina animal relación NPK de 11-2-4, de rápida asimilación, emulsión y harina de pescado altos en nitrógeno y fósforo.

### ***Fertilizantes Orgánicos de Origen Vegetal***

Derivados de residuos agrícolas y cultivos, estos fertilizantes contribuyen a mejorar la estructura del suelo, lo que facilita tanto la retención de humedad como un adecuado drenaje.

Harina de alfalfa Rica en potasio y nitrógeno, Harina de gluten de maíz fuente de nitrógeno de liberación lenta, harina de algodón aporta macro y micronutrientes y reduce el pH, harina de soja hasta un 7% de nitrógeno, ideal para enriquecer el suelo, ceniza fuente de potasio y oligoelementos, útil para suelos ácidos, Turba mantiene un pH saludable y aporta magnesio y calcio, compost liberación lenta de NPK, ideal para mejorar la fertilidad del suelo, extractos de algas marinas, contienen macronutrientes, micronutrientes y hormonas de crecimiento.

### ***Fertilizantes Orgánicos de Origen Mineral***

Proviene de minerales naturales y se caracterizan por su liberación lenta, lo que permite un suministro continuo de nutrientes. También mejoran la textura del suelo y favorecen el crecimiento de microorganismos beneficiosos. Entre ellos son arena verde fuente de potasio y minerales arcillosos, piedra caliza rico en carbonato cálcico, ayuda a corregir la acidez del suelo, fosfato de roca fuente de fósforo de liberación lenta, langbeinita aporta potasio, magnesio y azufre, polvo de roca enmienda mineral que mejora la salud del suelo, sulfato potásico natural rico en potasio y azufre, recomendado para cultivos sensibles al cloro. (Cherlinka, 2024)

### ***Beneficios de los Fertilizantes Orgánicos***

Los fertilizantes orgánicos aportan una serie de beneficios que impactan tanto en el suelo como en la salud de las plantas. Al ser aplicados en el suelo, estos fertilizantes incrementan el

contenido de materia orgánica y fortalecen los microorganismos benéficos del suelo, promoviendo la formación de agregados estables. Esta estructura de suelo facilita la infiltración de agua, reduce la erosión y mejora la retención de nutrientes, resultando en un ecosistema de suelo más equilibrado y productivo a largo plazo (Ochoa Espinosa *et al.*, 2019).

El uso de fertilizantes orgánicos ha ganado relevancia en la producción agrícola debido a sus efectos benéficos sobre la fertilidad del suelo y la sostenibilidad de los cultivos. Se han evaluado diferentes fuentes de materia orgánica, como estiércoles (bovino, caprino, gallinaza), en el cultivo de cebolla, con resultados diversos (Ruiz *et al.*, 2007).

### **Fertilización orgánica líquida en la agricultura**

Los fertilizantes orgánicos líquidos han ganado relevancia en la agricultura ecológica debido a su capacidad para mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y reducir la dependencia de fertilizantes sintéticos (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2010).

El uso de fertilizantes líquidos orgánicos representa una estrategia eficaz para optimizar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, favoreciendo la actividad microbiana y aumentando la disponibilidad de minerales esenciales para el desarrollo vegetal. (García, 2007).

### ***Beneficios de los Fertilizantes Orgánicos Líquidos***

Los fertilizantes orgánicos líquidos son una alternativa ecológica frente a los fertilizantes sintéticos y ofrecen una variedad de beneficios para el suelo y las plantas. Estos fertilizantes, obtenidos de compuestos orgánicos como estiércol y residuos vegetales, se aplican en forma líquida, permitiendo una absorción rápida y efectiva de nutrientes por las plantas. Esta modalidad de aplicación es especialmente beneficiosa para acelerar el crecimiento de las plantas, mejorar su tamaño y fortalecer su sistema inmunológico natural (Granado, 2024).

Adicionalmente, los fertilizantes líquidos orgánicos promueven la vida microbiana en el suelo y mejoran su estructura, lo cual facilita la absorción de nutrientes y contribuye a un balance ecológico sostenible. Al ser biodegradables, estos fertilizantes no presentan riesgos de contaminación para el medio ambiente, lo cual los convierte en una opción segura y ecológica para la agricultura sostenible (Granado, 2024).

### ***Efectos en el crecimiento y rendimiento de los cultivos***

El uso de fertilizantes orgánicos líquidos ha mostrado efectos variables en la producción vegetal. En un experimento realizado con lechuga (*Lactuca sativa* L.) y espinaca (*Spinacia oleracea* L.), se encontró que las aplicaciones de abonos orgánicos líquidos generaron diferencias significativas en la producción de biomasa fresca en comparación con el testigo sin fertilización (Gamboa et al., 2023).

Sin embargo, en un estudio previo, Viteri et al. (2008) analizaron el potencial de abonos orgánicos líquidos en cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) y encontraron que su aplicación mejoró la sostenibilidad del cultivo. Esto sugiere que la respuesta a los fertilizantes líquidos puede depender de factores como el tipo de suelo, la especie cultivada y la formulación específica del fertilizante.

### **Obtención de Fertilizantes Líquidos a partir de Materia Orgánica**

Según el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD, 2024), el lixiviado se genera durante la degradación de la materia orgánica en el compostaje. Este líquido, de color oscuro y rica textura, es recolectado y puede ser procesado para eliminar impurezas y concentrar los nutrientes. Este tratamiento asegura que el producto final sea seguro y efectivo para su uso en la agricultura. Además, el lixiviado se enriquece con microorganismos adicionales

para potenciar sus beneficios, ayudando a descomponer aún más la materia orgánica y a liberar nutrientes esenciales.

La preparación del lixiviado inicia con una mezcla específica de materiales: estiércol, harina de roca, paja, grava y arena. En las camas de compostaje, se introducen lombrices para mejorar la calidad del lixiviado. El proceso de lixiviación se lleva a cabo en camas especialmente diseñadas, donde la biomasa se humedece meticulosamente.

El líquido filtrado se canaliza a través de tuberías hacia un tanque de recolección. Para enriquecer aún más el lixiviado, se recircula sobre el material compostado, aumentando su concentración de nutrientes y minerales. (CIAD, 2024).

### ***Aplicación en la Agricultura***

El lixiviado tratado se aplica directamente al suelo o a las plantas. Su uso mejora la salud del suelo, promueve el crecimiento de las plantas y reduce la necesidad de fertilizantes químicos. Además, el lixiviado actúa como un biofertilizante, proporcionando nutrientes esenciales y mejorando la biodiversidad microbiana del suelo. Su aplicación puede realizarse directamente sobre las hojas de las plantas para una absorción rápida y efectiva de nutrientes, o aplicarse al suelo para mejorar su fertilidad y estructura. (CIAD, 2024).

## Metodología

### Área de Estudio

El proyecto se desarrolló en la finca La Magdalena, ubicada en la vereda El Moral Bajo, corregimiento de Tenerife, municipio de El Cerrito, en el departamento del Valle del Cauca, a una altitud de 2.200 m s.n.m. La finca tiene una extensión de 36 hectáreas, y el experimento se realizó en un lote de 67 m<sup>2</sup> (Figura 2).

La finca cuenta con un sistema de riego por aspersión, una topografía de pendiente leve, buen drenaje natural y una temperatura media de 16°C.

### *Características del suelo.*

El suelo de la finca es franco arcilloso, con una reacción ligeramente ácida y baja materia orgánica. Según un análisis de suelo realizado por Agrosavia (2019), presenta deficiencia de nitrógeno, fósforo, azufre, manganeso, zinc y boro. El potasio se encuentra en un nivel adecuado, calcio, hierro y magnesio están en niveles suficientes.

### Figura 2

*Lote para implementar el diseño experimental*



*Fuente.* El autor

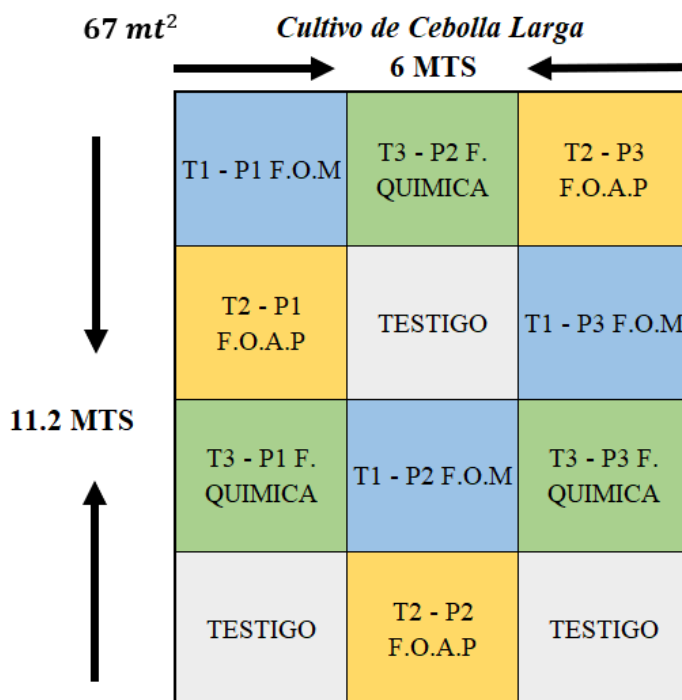
## Diseño Experimental

Tipo de Diseño: El diseño experimental utilizado fue completamente al azar (DCA) (Figura 3), Para el estudio, el cultivo se estableció con distancias de siembra de 65 cm entre calles y 40 cm entre plantas, e incluyó cuatro tratamientos y tres repeticiones (12 unidades experimentales): dos fertilizantes orgánicos, uno con fertilización química convencional y un testigo sin fertilización.

Establecimiento del experimento: El lote experimental se preparó de manera uniforme, dividiéndolo en parcelas de igual tamaño. Se asignó un número a cada parcela y se utilizó un método de selección al azar para asignar las unidades experimentales. La cebolla larga se sembró en cada parcela de acuerdo a los parámetros establecidos de siembra del cultivo.

### Figura 3

*Diseño experimental (DCA) utilizado en campo*



*Fuente.* El autor

Los tratamientos evaluados fueron:

**Tratamiento 1.** Fertilizante orgánico mineral. (F.O.M)

**Tratamiento 2.** Fertilizante orgánico a partir de gallinaza. (F.O.A.G)

**Tratamiento 3.** Fertilizante químico convencional. (F.Q.C)

**Tratamiento 4.** Sin aplicación de fertilizante. (Testigo)

### **Descripción de los Tratamientos**

#### *Abonos Orgánicos*

En el contexto de la finca La Magdalena, se implementó la aplicación de dos soluciones orgánicas, específicamente fertilizantes a base de lixiviados de materia orgánica: T1 y T2 (Figura 4).

#### **Figura 4**

*Abonos orgánicos utilizados en el ensayo*



*Fuente.* El autor

### **Tratamiento 1 (Fertilizante orgánico mineral)**

Descripción del Producto: El producto del tratamiento - T1 (Figura 5). es un fertilizante orgánico mineral elaborado a partir de lixiviado de compost maduro, caldo microbial y minerales seleccionados, (Agrobiotica, 2023) su concentración de nutrientes esta detallada en su ficha técnica. (Tabla 1).

Aplicación: En total se aplicaron 700 cc fraccionadas en 5 fertilizaciones en el ciclo vegetativo del cultivo. Cada aplicación se realizó de la siguiente manera: 140 cc del lixiviado en 8 litros de agua, aplicado sobre las 3 repeticiones del tratamiento, a partir de los 25 días después de la siembra.

#### **Figura 5**

*Solución orgánica T1*



*Fuente.* El autor

**Tabla 1***Ficha técnica del tratamiento 1*

Concentración Garantizada	
Elemento	Valor (g/L)
Nitrógeno Total (NT)	4.48
Nitrógeno Amoniacal (N-NH <sub>4</sub> )	1.29
Nitrógeno orgánico (N orgánico)	3.19
Fosforo total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.23
Potasio soluble en agua (K <sub>2</sub> O)	13.6
Calcio total (CaO)	0.86
Magnesio total (MgO)	7.87
Azufre total (S)	7.12
Hierro total (Fe)	4.14
Manganeso total (Mn)	15 mg/l
Cobre (Cu)	26.3 mg/l
Zinc (Zn)	37.6 mg/l
Boro (B)	13.1 mg/l
Carbono orgánico oxidable (CO)	50 g/l

*Fuente.* agrobiótica

### **Tratamiento 2 (Fertilizante orgánico a partir de gallinaza)**

Descripción del Producto: El producto del tratamiento - T2 (Figura 6) es un fertilizante orgánico obtenido a partir de biodigestión de gallinaza, enriquecido con ácido fosfórico y ácido nítrico. (Fertilizante orgánico a partir de gallinaza, 2023). su concentración de nutrientes esta detallada en su ficha técnica. (Tabla 2).

Aplicación: En total se aplicó 350 cc fraccionadas en 5 fertilizaciones en el ciclo vegetativo del cultivo. Cada aplicación se realizó de la siguiente manera: 70 cc del lixiviado en 8 litros de agua, aplicado sobre las 3 repeticiones del tratamiento, a partir de los 25 días después de la siembra. (Figura 7).

**Figura 6**

*Solución orgánica Fertilizante orgánico a partir de gallinaza*



*Fuente. El autor*

**Figura 7**

*Aplicación del Tratamiento 2*



*Fuente. El autor*

**Tabla 2***Ficha técnica del Tratamiento 2*

Concentración Garantizada	
Elemento	Valor (g/L)
Carbono orgánico oxidable (CO)	37.9
Nitrógeno Total (NT)	64.67
Nitrógeno Amoniacal (N-NH <sub>4</sub> )	45.6
Nitrógeno Nítrico (N)	17.2
Nitrógeno Ureico (N)	1.87
Fosforo soluble en agua (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	119
Potasio soluble en agua (K <sub>2</sub> O)	33.7
Calcio soluble en agua (CaO)	1.84
Magnesio soluble en agua (MgO)	0.42

*Fuente.* abonissa

***Método Tradicional***

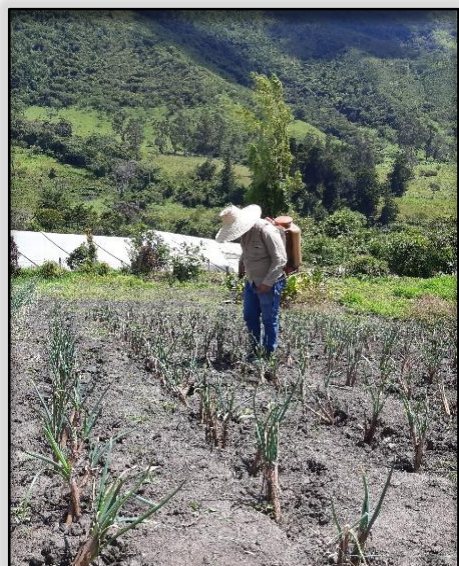
Se utilizo un tratamiento comercial basado en fertilización química, comúnmente empleado en la finca La Magdalena, según las prácticas agrícolas tradicionales.

**Tratamiento 3 (Fertilización Química)**

Descripción del Producto: Fertilizante químico, altamente soluble, diseñado para suplir requerimientos de productividad, floración y cuajado de frutos. (Cenagro, 2022). Su concentración de nutrientes esta detallada en su ficha técnica. (Tabla 3).

Aplicación: En total se aplicó 500 gr fraccionados en 5 fertilizaciones en el ciclo vegetativo del cultivo.

Cada aplicación se realizó de la siguiente manera: 100 gr de fertilizante solido soluble diluido en 8 litros de agua, aplicado sobre las 3 repeticiones del tratamiento, a partir de los 25 días después de la siembra. (Figura 8).

**Figura 8***Aplicación del T3 – F.Q**Fuente.* El autor**Tabla 3***Ficha técnica Fertilizante químico*

Concentración Garantizada	
Elemento	Contenido %
Nitrogeno total (N)	10.50%
Nitrogeno amoniacal (N)	0.70%
Nitrogeno nítrico (N)	9.80%
Fosforo asimilable (P <sub>2</sub> O)	3.00%
Potasio soluble en agua (K <sub>2</sub> O)	40%
Magnesio soluble en agua (MgO)	1.00%
Azufre soluble en agua (S)	1.10%
Boro soluble en agua (B)	0.46%
Cobre soluble en agua (Cu)	0.05%
Hierro soluble en agua (Fe)	0.50%
Manganeso soluble en agua (Mn)	0.45%
Zinc soluble en agua (Zn)	1.00%
Molibdeno soluble en agua (Mo)	0.01%

*Fuente.* Cenagro producción

### Tratamiento 4 (testigo):

Descripción: Sin aplicación de fertilizante, únicamente se realizaron las labores culturales necesarias para el cultivo.

### Aportes Nutricionales de los Tratamientos

Comparación de aportes nutricionales por cada 100 ml de los abonos líquidos y 100 gr del abono granulado (Tabla 4).

**Tabla 4**

*Comparación aportes nutricionales de tratamientos*

<b>Nutriente</b>	<b>T1 (100 ml)</b>	<b>T2 (100 ml)</b>	<b>T3 (100 g)</b>
Nitrógeno Total (NT)	0.44 g	6.46 g	10.5 g
Nitrógeno Amoniacal (N-NH <sub>4</sub> )	0.128 g	4.56 g	0.7 g
Nitrógeno Nítrico (N)	-	1.72 g	9.8 g
Nitrógeno Orgánico	0.318 g	-	-
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.122 g	11.9 g	3 g
Potasio (K <sub>2</sub> O)	1.36 g	3.37 g	40 g
Calcio (CaO)	0.085 g	0.184 g	-
Magnesio (MgO)	0.787 g	0.042 g	1 g
Azufre (S)	0.711 g	-	1.1 g
Hierro (Fe)	0.414 g	-	0.5 g
Carbono Orgánico Oxidable	5 g	3.79 g	-
Boro (B)	0.001 g	-	0.46 g
Cobre (Cu)	0.002 g	-	0.05 g
Manganeso (Mn)	0.001 g	-	0.45 g
Zinc (Zn)	0.003 g	-	1 g

*Fuente. Autor*

### Procedimiento en Campo

#### *Preparación del Terreno*

El lote se dividió en parcelas de tamaño uniforme y se asignó un número a cada una de ellas. (Figura 9, 10 y 11).

**Figura 9**

*Preparación del lote, control de arvenses*



*Fuente. El autor*

**Figura 10**

*Medición del lote para establecer el ensayo*



*Fuente. El autor*

**Figura 11**

*Medición de las parcelas para establecer los tratamientos*



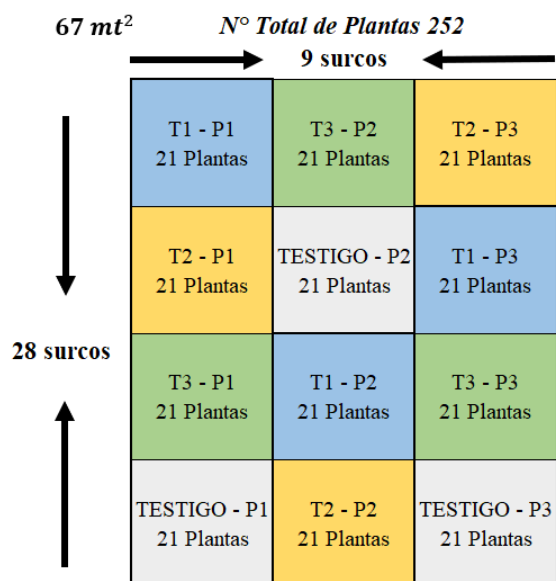
*Fuente.* El autor

### *Asignación de Tratamientos*

Utilizando un método de selección al azar, se asignó cada tipo de fertilizante y el testigo a un grupo de parcelas. (Figura 12).

**Figura 12**

*Distribución de los tratamientos en el lote*



*Fuente.* El autor

### ***Labores Culturales***

Dentro de cada parcela, se sembró cebolla larga y se aplicó el tratamiento asignado según el diseño experimental, durante el período de crecimiento, se llevaron a cabo labores culturales como control de arvenses (Figura 13), riego, roturación del suelo (picar calle) (Figura 14) y aporque.

#### **Figura 13**

*Control de arvenses en el lote*



*Fuente.* El autor

#### **Figura 14**

*Roturación (Picar calle)*



*Fuente.* El autor

## Establecimiento del Cultivo

Las parcelas seleccionadas tuvieron condiciones agroecológicas similares. Se utilizó el mismo tipo de suelo que para el caso de la finca es franco arcilloso y la misma variedad de cebolla (Junca) en todas ellas. Además, las labores de mantenimiento, como el riego y el control de arvenses, se llevaron a cabo de manera uniforme y en la misma época en todas las parcelas. (Figura 15, 16).

### Figura 15

*Establecimiento del lote*



*Fuente.* El autor

### Figura 16

*Parcelas definidas en lote*



*Fuente.* El autor

### ***Manejo agronómico***

La aplicación de los tratamientos se realizó vía radicular en drench, fraccionada en cinco aplicaciones cada 25 días después de la siembra, durante el ciclo vegetativo del cultivo. El tratamiento control no recibirá aplicaciones de fertilizantes ni materia orgánica.

### **Procedimiento de Cosecha**

#### ***Momento de la Cosecha***

La cosecha se llevó a cabo cuando la cebolla larga alcanzó el punto óptimo de madurez. Esto se determinó observando indicadores como el tamaño de los bulbos, el estado de las hojas y etapa del ciclo del cultivo. (Figura 17).

### **Figura 17**

#### ***Cosecha del ensayo***



*Fuente.* El autor

### ***Recolección***

Las cebollas se recogieron cuidadosamente de cada parcela asignada a los diferentes tratamientos. Se tomo en cuenta el estado de los bulbos y las hojas para evitar daños durante la recolección. (Figura 18).

### **Figura 18**

*Recolección de las cebollas en la cosecha*



*Fuente.* El autor

### **Registro de Datos**

Durante la cosecha, se registró datos relevantes como altura de las plantas y peso fresco de la cosecha.

### ***Medida Altura de las Plantas***

Se midió la altura de las plantas de cebolla desde la base hasta la punta de las hojas más largas en cada parcela. Se realizaron mediciones en las plantas por tratamiento, parcela y se calculó el promedio. (Figura 19).

**Figura 19**

*Toma de medida altura de las plantas*



*Fuente.* El autor

***Longitud de los Bulbos***

Se midió la longitud de los bulbos en cada parcela. Al igual que con la altura, se registraron los datos por parcela y se calculó el promedio. (Figura 20)

***Peso de las cebollas en cosecha (kg)***

**Peso fresco.** Se pesaron las cebollas inmediatamente después de la cosecha en una balanza de precisión. Se registró el peso total de las cebollas por parcela.

**Peso total.** se pesaron todas las parcelas por tratamiento y se registró el resultado final del peso total. (Figura 21).

**Figura 20**

*Toma de medida longitud de bulbos*



*Fuente. El autor*

**Figura 21**

*Toma de peso de la cebolla cosechada*



*Fuente. El autor*

## **Análisis de Datos**

Al finalizar el ciclo de cultivo, se realizó un análisis estadístico de los datos recopilados en la cosecha para determinar si existen diferencias significativas en el rendimiento de la cebolla larga entre los diferentes tratamientos. Mediante un análisis de varianza se determinó (para los datos obtenidos) las diferencias entre el cultivo y los tratamientos en los casos de existir diferencias se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Recolección de datos: Durante la cosecha se registraron los promedios de los siguientes parámetros: Altura de las plantas, longitud del bulbo, peso fresco por tratamiento y peso total por tratamiento.

Método: Análisis de varianza (ANOVA) y Prueba de Comparaciones Múltiples (Tukey) para determinar diferencias significativas entre los tratamientos.

Software: Utilización de software estadístico (Programa R).

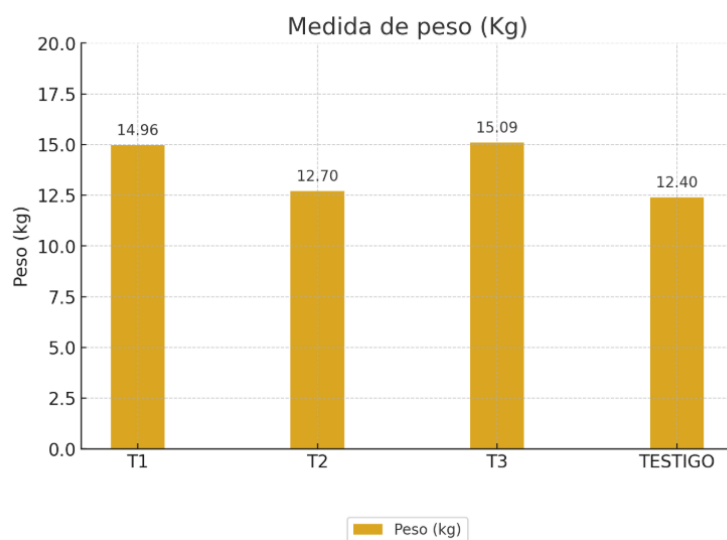
## Resultados y Discusión

### Respuesta del Cultivo al Uso de los fertilizantes orgánicos Líquidos

El análisis estadístico mostró que los tratamientos con abonos orgánicos líquidos y la fertilización química tienen efectos diferenciados en las variables evaluadas durante el ciclo vegetativo del cultivo de cebolla larga. (Figura 22, 23). El tratamiento con el fertilizante orgánico mineral "T1" mostró la mejor respuesta en crecimiento vertical, el diámetro de bulbo fue ligeramente menor que los otros tratamientos, tuvo un efecto positivo en el peso, muy cercano al tratamiento 3 "Fertilización química convencional", que fue el que mostró una mejor respuesta. Esto se podría relacionar con estudios previos que han demostrado el potencial de los fertilizantes orgánicos para mejorar el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Por ejemplo, Gros y Domínguez (1992) destacaron la importancia de la materia orgánica en la salud y fertilidad del suelo, lo cual se refleja en donde los abonos orgánicos mostraron tendencias favorables en algunas variables.

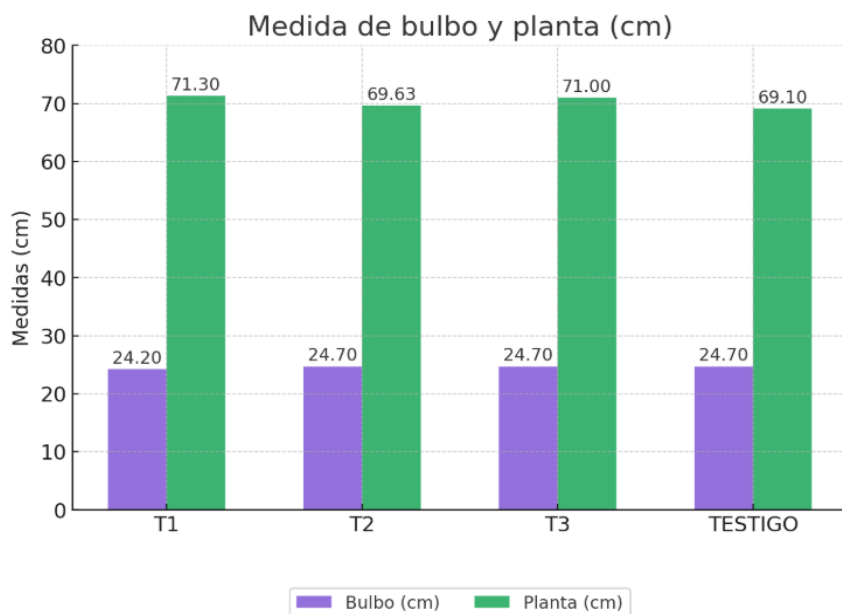
### Figura 22

*Diagrama de barras de los tratamientos medidas de peso*



**Figura 23**

*Diagrama de barras de los tratamientos medidas de longitud*



*Fuente. Autor*

### **Datos Obtenidos**

Los resultados obtenidos se agruparon en función de los cuatro tratamientos, y se presentan los promedios de las mediciones de las tres repeticiones por tratamiento. (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Resultados consolidados promedio*

<b>Promedios Generales</b>	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3</b>	<b>Testigo</b>
Prom bulbo (cm)	24.2	24.7	24.7	24.7
Prom planta completa (cm)	71.3	69.63	71	69.1
Prom peso (kg)	14.96	12.7	15.09	12.4

*Fuente. Autor*

## Desarrollo Vegetativo del Cultivo

### *Longitud de bulbo*

No se observaron diferencias importantes entre los tratamientos para esta variable (ANOVA, valor  $p = 0.6855$ ), es mayor a 0.05 (Tabla 6). Los promedios oscilaron entre 24.2 cm (T1 – fertilizante orgánico mineral) y 24.7 cm (fertilizante orgánico a partir de gallinaza, fertilización química y testigo).

**Tabla 6**

*Analisis de varianza longitud de bulbo*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	3	1.2547	0.4182	0.5396	0.6855
Residuals	8	6.1997	0.7749		

*Fuente.* Autor

### *Altura de la planta completa*

Tampoco se encontraron diferencias importantes (ANOVA, valor  $p = 0.4805$ ), es mayor a 0.05 (Tabla 7). La altura promedio de las plantas varió de 69.1 cm (Testigo) a 71.3 cm (T1). Los tratamientos T1 y T3 mostraron tendencias ligeramente superiores, indicando una posible respuesta positiva en términos de crecimiento vertical. Esto sugiere que, aunque no hay diferencias significativas, sí se observa una tendencia. Esta respuesta "un poco más favorable" sugiere que estos tratamientos podrían tener algún efecto positivo y los lixiviados orgánicos como el "T1 – fertilizante orgánico mineral" podrían contribuir de manera favorable al desarrollo de la planta.

**Tabla 7***Analisis de varianza longitud de la planta completa*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	3	8.0131	2.6710	0.9071	0.4805
Residuals	8	23.5521	2.9440		

*Fuente. Autor****Peso Total de la Planta*****Diferencias significativas**

No se encontraron diferencias importantes en el peso total entre tratamientos (ANOVA, valor  $p = 0.5326$ ), es mayor a 0.05 (Tabla 8). Aunque numéricamente el Fertilizante Químico y el Fertilizante Orgánico Mineral produjeron pesos mayores (15.09 kg y 14.96 kg respectivamente), estas diferencias no son estadísticamente relevantes en comparación con los otros tratamientos. Los mayores pesos totales correspondieron a:

Fertilización química (T3): 45.28 kg, Fertilizante orgánico mineral (T1): 44.9 kg, Fertilizante orgánico a partir de gallinaza (T2): 38.12 kg y Testigo: 37.20 kg.

La fertilización química (T3) mostró el mayor peso total (45.28 kg), lo que no sorprende dado que este tratamiento provee los nutrientes en forma más concentrada y rápidamente disponible para las plantas. El fertilizante orgánico mineral (T1) también demostró un rendimiento similar a la fertilización química (44.9 kg) confirmando su capacidad como bioestimulante orgánico y su potencial para complementar otros tipos de fertilización.

El tratamiento (T2) fertilizante orgánico a partir de gallinaza y el testigo (T4) tuvieron rendimientos más bajos (38.12 kg y 37.20 kg, respectivamente) lo que sugiere que el tratamiento

2 podría tener un efecto bioestimulante más reducido en comparación con el tratamiento 1 y un efecto limitado comparado con el tratamiento 3 (fertilización química).

### Tabla 8

*Análisis de varianza peso total de la planta*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	3	14.1621	4.7207	0.8256	0.5326
Residuals	8	45.7579	5.7197		

*Fuente. Autor*

### Prueba de Tukey

Todos los tratamientos (FQ, FOM, FOG, TES) pertenecen al mismo grupo homogéneo “a”, lo que indica que no hay diferencias importantes entre los pesos obtenidos con los diferentes tratamientos. Aunque numéricamente los tratamientos “Fertilización química” y “Fertilizante organico mineral” presentaron mayores pesos (15.09 y 14.96 kg, respectivamente) en comparación con “Fertilizante organico a partir de gallinaza” y “Testigo” (12.7 y 12.4 kg), estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Esto confirma que el tratamiento 1 (Fertilizante orgánico mineral) y el tratamiento 3 (Fertilización química) presentaron los mayores pesos totales, siendo estadísticamente similares entre sí. Por otro lado, los tratamientos T2 (Fertilización orgánica a partir de gallinaza) y Testigo registraron los menores promedios de peso y también fueron estadísticamente similares entre ellos (Tabla 9)

**Tabla 9***Prueba de comparaciones (Tukey)*

CSS		
Grupos según Tukey ( $p > 0.05$ )		
Tratamiento	Media	Grupo
Fertilización Química	15.09	a
Orgánico Mineral	14.96	a
Gallinaza	12.70	a
Testigo	12.40	a

*Fuente. Autor***Comparación entre Fertilizantes orgánicos*****Composición Nutricional***

La variación entre el tratamiento 1 y el tratamiento 2 puede explicarse principalmente en su composición nutricional.

**Fertilizante orgánico mineral.** Presenta una composición más balanceada con una mayor variedad de micronutrientes. Contiene elementos como hierro (4.14 g/L), manganeso (15 mg/L), cobre (26.3 mg/L), zinc (37.6 mg/L) y boro (13.1 mg/L), Como se indica en la (Tabla 1).

**Fertilizante orgánico a partir de gallinaza.** Tiene concentraciones más altas de macronutrientes principales (Tabla 2), especialmente nitrógeno (64.67 g/L) y fósforo (119 g/L), pero carece de la diversidad de micronutrientes presente en Fertilizante orgánico mineral.

**Carbono orgánico.** Fertilizante orgánico mineral: Contiene 50 g/L de carbono orgánico oxidable y Fertilizante orgánico a partir de gallinaza: Presenta 37.9 g/L de carbono orgánico oxidable.

La mayor cantidad de carbono orgánico presente en el fertilizante orgánico mineral sugiere un mayor potencial para estimular la actividad microbiana del suelo. Esto se alinea con lo

mencionado en la revisión de literatura sobre la importancia de la materia orgánica en la bienestar del suelo y su impacto directo en la fertilidad.

### ***Rendimiento***

El fertilizante orgánico mineral mostró resultados similares a la fertilización química, mientras que el fertilizante orgánico a partir de gallinaza tuvo un rendimiento inferior.

Comparación de los parámetros evaluados después de la cosecha entre fertilizante orgánico mineral y el fertilizante orgánico a partir de gallinaza. (Tabla 10).

**Tabla 10**

*Cuadro comparativo de las variables de respuesta tratamientos orgánicos*

<b>Tratamientos orgánicos</b>	<b>Promedio altura planta completa</b>	<b>Promedio longitud del bulbo</b>	<b>Promedio de peso total</b>
Fertilizante orgánico mineral (T1)	71.3 cm	24.2 cm	44.9 kg
Fertilizante orgánico a partir de gallinaza (T2)	69.63 cm	24.7 cm	38.12 kg

*Fuente.* Autor

### **Discusión**

Los resultados del análisis estadístico muestran que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (Fertilizante Orgánico Mineral, Fertilizante Orgánico a partir de Gallinaza, Fertilización Química y Testigo) para ninguna de las variables medidas (diámetro de bulbo, altura de planta y peso). Sin embargo, aunque no se consideran significativas se encontraron ciertas diferencias en el peso total de la planta.

Estos datos sugieren que los tratamientos de Fertilización Química y Fertilizante orgánico mineral fueron un poco más efectivos para incrementar el peso total de las plantas en

comparación con los tratamientos de Fertilizante orgánico a partir de gallinaza y Testigo. Es importante considerar que la longitud de bulbo y longitud de planta completa no mostraron diferencias significativas, lo cual indica que el efecto que hubo de los tratamientos se manifiesta principalmente en el peso total de la planta y no tanto en las variables morfológicas evaluadas.

#### ***Desempeño de los abonos orgánicos líquidos:***

El enfoque principal del estudio es la evaluación de la respuesta de los abonos orgánicos líquidos (T1 y T2), que funcionan más como bioestimulantes que como fertilizantes tradicionales.

El Tratamiento 1, se destacó como el fertilizante orgánico más adecuado, ya que muestra rendimiento competitivo con beneficios ambientales.

El Tratamiento 2, aunque útil, mostró un efecto más limitado en comparación con el otro fertilizante orgánico y la fertilización química.

#### ***Eficiencia de la Fertilización Química:***

Se observa que la fertilización química (Tratamiento 3) toma ventaja moderada en términos de peso total debido a la disponibilidad inmediata y concentrada de nutrientes esenciales. A pesar de su mayor efectividad, la fertilización química podría no ser sostenible a largo plazo debido a sus implicaciones ambientales.

## Conclusiones

Con los análisis realizados, se puede interpretar de manera completa los resultados y concluir que los fertilizantes orgánicos derivados de lixiviados de materia orgánica y la fertilización química convencional mostraron un efecto similar en el comportamiento del cultivo. Si bien la fertilización química (T3) alcanzó un promedio de 45.28 kg y el fertilizante orgánico mineral (T1) obtuvo un promedio similar de 44.9 kg, los tratamientos con fertilizante orgánico gallinaza (T2) y el testigo registraron promedios menores, de 38.12 kg y 37.20 kg, respectivamente.

Aunque se observaron algunas diferencias, especialmente entre el fertilizante orgánico mineral y la fertilización química, estas no fueron significativamente mayores en comparación con el testigo. Esto podría indicar que la fertilidad del suelo en el que se realizó el experimento era suficientemente buena por sí sola y que las dosis aplicadas no fueron lo suficientemente altas como para generar diferencias significativas. Además, podría ser necesario un tipo diferente de fertilización adicional para obtener resultados más visibles.

El principal hallazgo de este experimento es que, aunque los lixiviados orgánicos funcionan principalmente como bioestimulantes, pueden complementar con éxito la fertilización química. Los fertilizantes químicos proporcionan nutrientes de manera más accesible a la planta, mientras que los fertilizantes orgánicos mejoran la actividad microbiana del suelo. Por lo tanto, se podría implementar un plan de fertilización integrado basado en la fertilización química estándar, ajustada según el análisis del suelo, junto con aplicaciones regulares de fertilizantes orgánicos. Asimismo, los agricultores de la región podrían diversificar sus prácticas de fertilización para reducir la dependencia exclusiva de insumos como la gallinaza y los fertilizantes químicos favoreciendo sistemas de producción más sostenibles.

## Recomendaciones

Como recomendaciones finales, sería valioso explorar diferentes dosis y frecuencias de aplicación, tanto de los fertilizantes orgánicos como de los fertilizantes químicos, para encontrar el punto óptimo de aplicación. además, se sugiere que se puede seguir un enfoque integrado en el que se utilice el uso de fertilizantes químicos como base y se ajusten las dosis de acuerdo a los análisis de suelos y se complementen con los lixiviados orgánicos para aprovechar sus propiedades bioestimulantes. De esta manera, se puede combinar las ventajas de ambos sistemas. Se deben evaluar los costos y la disponibilidad local de los insumos. En estudios futuros, sería útil analizar a largo plazo cómo influye en la calidad del suelo, en la sostenibilidad del sistema y en los costos de producción.

En conclusión, si bien los tratamientos orgánicos, de acuerdo a las observaciones especialmente del Fertilizante orgánico mineral, contienen la posibilidad de convertirse en una alternativa a la fertilización química, la respuesta del testigo similar y sin gran diferencia, determinan que la implementación de cualquiera de los sistemas de fertilización presentados debería ser considerada cuidadosamente desde una visión económica. Que la decisión de usar fertilizantes orgánicos o fertilizantes químicos deberá fundamentarse más sobre la base de los objetivos a largo plazo en materia de sostenibilidad y/o de las condiciones de mercado particulares que de las diferencias inmediatas en la producción del cultivo.

## Referencias Bibliográficas

- Abonamos. (2021). *Acondicionadores de suelo: Qué son y cómo se utilizan*. Recuperado de <https://www.abonamos.com/blog/2021/5/31/acondicionadores-y-las-enmiendas-de-suelos>
- Abonissa. (2023). ABONISSA FERTILIZANTE ORGÁNICO MINERAL LÍQUIDO. Incubadora Santander S.A. <https://www.abonissa.com>
- Alcívar Llivicura, M. F., Vera Rodríguez, J. H., Arévalo Serrano, O. J., Arévalo S., B. D., Pachar O., L. E., Castillo R., C. B., Carlosama M., L. K., Arizabal C., J. A., & Paltán M., N. D. (2021). Aplicación de lixiviados de vermicompost y respuesta agronómica de dos variedades de pimiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 13(1), 50-60. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2027-42972021000100050](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2027-42972021000100050)
- Barrera, L. L. (2019). Fertilización de la cebolla larga en los alrededores del lago de Tota en Boyacá. Corpoica Tunja.
- Cenagro. (2022). Cenagro Producción. Grupo Cenagro S.A.S. <https://cenagro.com.co/nutri-irrigacion-cenagro/cenagro-produccion>
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). (s.f). *Lixiviado: una solución integral para la agricultura agroecológica*. Recuperado de <https://farosagroecologicos.ciad.mx/lixiviado-una-solucion-integral-para-la-agricultura-agroecologica/>
- Cherlinka, V. (2024). Fertilizantes orgánicos: Tipos y beneficios para los cultivos. Recuperado de <https://eos.com/es/blog/fertilizantes-organicos/>.

- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA]. (2019). Reporte de resultados laboratorio de servicios una muestra: Gestión de la agenda corporativa (Informe No. 41836). Centro de Investigación Tibaitatá.
- DANE (2015) La cebolla de rama o cebolla junca (*Allium fistulosum*), una hortaliza de gran importancia en la alimentación humana.
- Granado, A. (2024). *Los mejores fertilizantes orgánicos líquidos: Guía completa*. Fertilizantes.org. Disponible en: <https://fertilizantes.org/fertilizantes-organicos-liquidoss/>
- Gros, A., & Domínguez Vivancos, A. (1992). *Abonos: Guía Práctica de la Fertilización*. Mundi-Prensa Libros, S.A.
- Guzmán, G (1997) Tenerife tesoro agrícola del valle, editorial El Tiempo
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., & Bello-Amez, S. (2006). *La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. Idesia (Arica), 24(1), 49-61. Recuperado de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292006000100009](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292006000100009)*
- Kogut, P. (2021). Monocultivo: Ventajas y desventajas. EOS Data Analytics. Recuperado de <https://eos.com/es/blog/monocultivo/>
- Lal, R., Blum, W. E. H., Valentin, C., & Stewart, B. A. (1998). *Methods for Assessment of Soil Degradation*. CRC Press.
- Meléndez, A (2023) Agrobiótica, 11 de diciembre del 2023
- Melendez, A (2024) Agrobiótica, 30 de enero del 2024
- Ochoa Espinosa, M. F., Armenta Calderón, A. D., Moreno Salazar, S. F., Fernández Herrera, E., & Ochoa Meza, A. (2019). *Fertilización orgánica y su impacto en la calidad del suelo*.

Biotecnia, 21(1), 87-92. Universidad de Sonora. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=672971082011>

Pérez, R. M., Martín, T. G., de Gracia, J. M. S., Hernández, M. M., & Arellano, E. P. (2011).

Fertilización y corrección edáfica de suelos agrícolas con productos orgánicos. *Tecnología y desarrollo*, 9, 34.

Sánchez León, G. D., Pinzón Ramírez, H., Clímaco Hío, J., Herrera Heredia, C. A., Martínez

Lemus, E. P., Quevedo Garzón, D. H., Murcia Contreras, G. A., Pedraza Rute, R. A.,

Martínez Nieto, P., Ortiz Piñeros, L. S., Montaña, C. E., Valderrama Navas, Y., Pinzón

Perdomo, L. M., & Rodríguez Valenzuela, J. (2012). *Manual de la cebolla de rama*.

Mosquera, Cundinamarca: Corpoica-Produmedios. 132 p.

SENA. (1991). Cultivo de Cebolla Junca. Regional Norte de Santander. Bogotá: Subdirección de

Formación Profesional y Desarrollo Social, División Sector Primario y Extractivo.

Torres, C. A. G., & Millán, Y. P. (2015) Caracterización del lixiviado agroecológico a partir de

residuos orgánicos de cultivos Characterization of the agroecological leachate from organic residues of crops.

Universidad Agrícola. (s.f.). La materia orgánica. Su importancia en el suelo. Recuperado

de <https://universidadagricola.com/la-materia-organica-su-importancia-en-el-suelo/>

Bastida, F., Zsolnay, A., Hernández, T., & García, C. (2007). Past, present and future of soil

quality indices: A biological perspective. *Geoderma*, 142(1-2), 152-168.

Roldán, A., Salinas-García, J. R., Alguacil, M. M., & Caravaca, F. (2003). Changes in soil

enzyme activity, fertility, aggregation and C sequestration mediated by conservation

tillage practices and water regime in a maize field. *Applied Soil Ecology*, 22(1), 15-26.

Stevenson, F. J. (1982). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. John Wiley & Sons.

EOS Data Analytics. (2024). *Tipos de fertilizantes orgánicos* [Imagen]. Recuperado de <https://eos.com/es/blog/fertilizantes-organicos/>

## Apéndices

### Apéndice A Manejo del Cultivo

Mes/Año	Actividad	Fecha	Observaciones
dic-23	Preparación del Terreno	11 - 17/dic/2023	Incluye control químico de malezas
	Control de malezas químico	11 - 17/dic/2023	Control químico de malezas
	Siembra	18-dic-23	Inicio del ciclo vegetativo
	Riego semanal	18/dic/2023 - 28/abr/2024	Semanalmente durante todo el ciclo
ene-24	Control de malezas manual	5-ene-24	Aproximadamente 1 mes después de la siembra
	Primera fertilización	12-ene-24	25 días después de la siembra
	Control de malezas manual	25-ene-24	Aproximadamente 2 meses después de la siembra
	Riego semanal	Todo el mes	Semanalmente durante todo el ciclo
feb-24	Segunda fertilización	1-feb-24	20 días después de la primera fertilización
	Tercera fertilización	21-feb-24	20 días después de la segunda fertilización
	Riego semanal	Todo el mes	Semanalmente durante todo el ciclo
mar-24	Roturación (picar calle)	2-mar-24	Aproximadamente 2 meses y medio después de la siembra
	Cuarta fertilización	12-mar-24	20 días después de la tercera fertilización
	Aporque	18-mar-24	3 meses después de la siembra
	Riego semanal	Todo el mes	Semanalmente durante todo el ciclo
abr-24	Quinta fertilización	1-abr-24	20 días después de la cuarta fertilización
	Riego semanal	Todo el mes	Semanalmente durante todo el ciclo
	Cosecha	28-abr-24	Fin del ciclo vegetativo

Prácticas agrícolas en el periodo vegetativo del cultivo. *Fuente.* Autor.

**Apéndice B** *Lista de símbolos de abreviaturas*

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Unidades de Medida</b>	
°C	Grados Celsius
cm	Centímetros
g	Gramos
g/L	Gramos por litro
ha	Hectárea
kg	Kilogramos
m	Metros
mg/L	Miligramos por litro
ml	Mililitros
mm	Milímetros
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
<b>Abreviaturas</b>	
DCA	Diseño Completamente al Azar
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico
Fig.	Figura
F.O.M	Fertilizante orgánico mineral
F.O.A.G	Fertilizante orgánico a partir de gallinaza
F. Q	Fertilización Química convencional
T	Testigo

*Fuente.* Autor