UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO DE TITULACIÓN
Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

EVALUACIÓN DE LIXIVIADOS DE VERMICOMPOST SOBRE EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.).

AUTOR:

STEEVEN FABIAN MUENTES LOOR

TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. SORAYA PEÑARRIETA BRAVO Mg. CA.

SANTA ANA – MANABÍ – ECUADOR

2021

Dedicatoria.

A DIOS

Mis padres: Esperanza Dalinda Loor Ponce y Alberto Nibardo Muentes Macías

Mi esposa: Dra. Karen Estefanía Arteaga Chávez

A mis hermanos: Andrea Monserrate y Jordán Alberto Muentes Loor

Steeven Fabian

Agradecimiento.

A la Universidad Técnica Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica, al personal administrativo quienes me guiaron en los trámites emergente dentro de la Facultad.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Agronómica, por haberme inducido a las CIENCIAS AGRONÓMICAS, con sus dotes y experiencias compartidas durante mi formación.

Un especial agradecimiento a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura FAO, quien a través del Proyecto + Algodón, me brindó la oportunidad de conocer sobre la importancia del cultivo de algodón, capacitación y herramientas e insumos durante el desarrollo del mismo.

A la tutora Ing. Soraya Peñarrieta Mg. CA. Docente y consejera que estuvo en todo momento con sus oportunas revisiones y correcciones técnicas en nuestro trabajo de campo y transcripción de la presente investigación.

A mis COMPAÑEROS de aula, COLEGAS y AMIGOS que se presentaron durante mi formación y que se quedaran para siempre.

A todos quienes aportaron de una u otra forma durante nuestra formación profesional y vida personal

Steeven Fabian

Certificación

Ing. Soraya Peñarrieta Bravo, Mg. CA.**,** Docente de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí.

Certifica:

Que el trabajo de titulación "EVALUACIÓN DE LIXIVIADOS DE VERMICOMPOST SOBRE EL *CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ALGODÓN (Gossypium hirsutum* L.)", es trabajo original realizado por el estudiante Steeven Fabian Muentes Loor**,** el cual fue realizado bajo mi tutoría.

_____

Ing. Soraya Peñarrieta Bravo, Mg. CA.
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Certificación

Dra. Jessenia Castro Olaya PhD., Docente de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí.

Certifico:

Que he revisado, estilo y ortografía del trabajo de titulación **"**EVALUACIÓN DE LIXIVIADOS DE VERMICOMPOST SOBRE EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.)", elaborado por el estudiante Steeven Fabian Muentes Loor**,** el presente trabajo de investigación ha sido escrito de acuerdo a las normas ortográficas y sintaxis vigentes en el Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí.

_____

Dra. Jessenia Castro Olaya PhD

REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TEMA: **"EVALUACIÓN DE LIXIVIADOS DE VERMICOMPOST SOBRE EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ALGODÓN *(Gossypium hirsutum* L.)**".

TRABAJO DE TITULACIÓN

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión, Sustentación y Legalidad por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

Ing. Soraya Peñarrieta Bravo Mg. CA.	**Ing. …….**
TUTOR	**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**
Ing……	**Ing……**
MIEMBRO DEL TRIBUNAL	**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Declaración

Steeven Fabian Muentes Loor, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. A través de la presente declaración de este trabajo investigativo es de sumo derecho de propiedad intelectual del autor.

Steeven Fabián Muentes Loor

AUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Índice de Contenidos

I. Planteamiento del problema…….. 1
II. Objetivos……... 3
2.1. Objetivo General…… 3
2.2. Objetivos Específicos…… 3
III. Revisión de Literatura y Desarrollo del Marco teórico……..... 4
3.1. Revisión de literatura …… 4
3.2. Marco Teórico …….. 5
3.2.1. El cultivo de algodón …… 5
3.2.2. Origen y clasificación botánica……. 6
3.2.3. Descripción morfológica…… 7
3.2.3.1.Fenología…… 7
3.2.4. Clima…….. 8
3.2.5. Exigencias en suelo…… 8
3.2.6. Requerimientos nutricionales……...9
3.2.7. Producción de algodón……..……. 11
3.2.8. Características de la variedad Acala 90 ……13
3.2.9. El lixiviado de vermicompost…… 13
IV. Desarrollo del Diseño de Investigación…… 16
4.1. Ubicación del ensayo ……..…… 16
4.2. Datos climatológicos……. 16
4.3. Datos edafológicos y ecológicos……... 16
4.4. Tipo de Investigación…… 16
4.5.. Definición y selección de la muestra……. 17
4.5.1.. Material de estudio…… 17
4.5.2. Factores estudiados…… 17
4.5.3. Características del experimento……. 17
4.5.4.. Diseño del ANOVA…….. 18
4.6.. Hipótesis ……18
4.6.1. Variable …….. ……. 18
4.6.1.1. Variable independiente …… 18

4.6.1.2. Variable dependiente ……18
4.7. Manejo del cultivo…… 18
4.7.1. Preparación del terreno……. 18
4.7.2. Siembra……. 19
4.7.3. Riegos ……..…… 19
4.7.4. Aplicación de fertilizante químico y lixiviado de vermicompost……. 19
4.7.5. Control de malezas…… 19
4.7.6. Control Fitosanitario……. 19
4.7.7. Cosecha……. 20
4.8. Variables analizadas estadísticamente…….. 20
4.8.1. Variables de crecimiento…….. 20
4.8.2. Variables del rendimiento……. 20
4.9. Recolección de datos……. 20
4.10.. Análisis de los datos…….. 21
V. Resultados y Discusión ….…… 22
5.1. Variables de crecimiento (cm)……... 22
15.1. Altura de planta a los 15-30 y 45 días (cm)……... 22
5.1.2. Número de Hojas por planta……..……. 23
5.2. Variables del rendimiento…….. 24
5.2.1. Número de bellotas promedio por planta……... 24
5.2.2. Peso de la bellota (g)…….. 25
5.2.3. Rendimiento estimado (t. ha^{-1})……... 36
VI. Conclusiones y recomendaciones…….. 28
6.1 Conclusiones……..……...28
6.2. Recomendaciones……...29
VIII. Referencias bibliográficas……. 33

Anexos……... 35

Índice de tablas

Tabla 1.

Promedio de altura de planta (cm) de *Gossypium hirsutum* a los 15-30-45 días bajo diferentes dosis de lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino. Lodana - Santa Ana, 2019.……. 23

Tabla 2.

Número promedio de hojas de *Gossypium hirsutum* a los 15-30-45 días bajo diferentes dosis de lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino. Lodana, Santa Ana, 2019.……. 24

Tabla 3.

Número de bellotas por planta de *Gossypium hirsutum* bajo diferentes dosis de lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino. Lodana, Santa Ana, 2019.…..…….…….……. 25

Tabla 4.

Valores promedios de peso de bellota de *Gossypium hirsutum* bajo diferentes dosis de lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino. Lodana, Santa Ana, 2019.……. 26

Tabla 5.

Valores de rendimiento estimado (t. ha^{-1}) de *Gossypium hirsutum* con diferentes dosis de lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino. Lodana, Santa Ana, 2019.. …… 27

Índice de anexos

Gráficos

Gráfico 1.
Altura promedio de planta a los 15, 30 y 45 días (cm)…….. 36

Gráfico 2.
Numero promedio de hojas a los 15, 30 y 45 días……. 36

Gráfico 3.
Numero promedio de bellotas por planta……. 37

Gráfico 8.
Peso promedio de bellotas en gramos…….. 37

Gráfico 9.
Rendimiento en Ton por parcela…….. 38

Índice de Tablas

Tabla 1
Altura Promedio de Planta a los 15 días cm ……. 39

Tabla 2
Altura Promedio de Planta a los 30 días cm ……. 39

Tabla 3
Altura Promedio de Planta a los 40 días cm ……. 40

Tabla 4
Número Promedio de hojas a los 15 días … ……. 40

Tabla 5
Número Promedio de hojas a los 30 días … ……. 41

Tabla 6
Número Promedio de hojas a los 45 días … ……. 41

Tabla 7
Número Promedio de bellotas por planta ….……. 42

Tabla 8
Peso Promedio de bellotas por gramo ……..……. 42

Tabla
Rendimiento en tonelada por parcela..……..……. 43

Resumen

La presente investigación se realizó en el campus experimental La Teodomira, de la Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, ubicada en la parroquia Lodana, Cantón Santa Ana Provincia de Manabí, que tuvo como objetivo, evaluar la aplicación de diferentes dosis de lixiviados de vermicompost sobre el crecimiento y producción del cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.). El material estudiado fue la variedad de algodón DP ACALA 90 y los factores estudiados fueron: Tratamiento químico (15-15-15, N-P-K); Lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino en diferentes dosis; Lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino + químico y suelo (testigo absoluto). Se aplicaron 6 tratamientos, con 4 repeticiones en un total de 24 parcelas, en un área total del experimento de 1200.00 m^2. Se determinó que la aplicación de Lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino (T3=LVC- EB. 3/10 VV) reportó la mayor altura de planta con 11,46 cm; el tratamiento lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino (T4 = LVC-EB 2/10 + Q) obtuvo el mayor valor con 34,20 bellotas promedio por planta; mientras que en la variable producción, el tratamiento lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino (T5= LVC-EB 3/10 + Q) reportó la mayor producción con 11,50 t. ha^{-1}.

Palabras claves: Agricultura orgánica, Bellotas, Ecológico, Fenología, Cosecha.

Summary

The present research was carried out in the experimental campus La Teodomira of the Faculty of Agricultural Engineering of Universidad Técnica de Manabí, , located in the parish of Lodana, Canton Santa Ana Province of Manabí, which aimed to evaluate the application of different doses of vermicompost leachate on growth and production of cotton harvest (*Gossypium. Hirsutum* L.). The material studied was the cotton variety known as DP ACALA 90 and the factors studied were: Chemical treatment (15-15-15, N-P-K); Leachates of bovine manure vermicompost in different doses; Leachates of bovine manure vermicompost + chemical and soil (absolute control) 6 treatments were applied, with 4 repetitions in a total of 24 plots in a total area of the experimento of 1200.00 m2 , it was determinated that the application of Vermicompost leachates from bovine manure (T3=LVC- EB. 3/10 VV) howed higher growth in plants with 11,46 cm the treatment of vermicompost leachates of bovine manure (T4 = LVC-EB 2/10 + Q,) (T5= LVC-EB 3/10 + Q) obtained the highest value with an average production of 34.20 acorns per plant; while in the production variable the treatment of vermicompost leachates of bovine manure (T5= LVC-EB 3/10 + Q) resulted in the highest production.

Key Words: Organic agricultura, acorns, Ecological, Phenology, Harvest.

Key Words: Organic agriculture, Acorns, Ecological, Phenology, Harvest.

I. TEMA

EVALUACIÓN DE LIXIVIADOS DE VERMICOMPOST SOBRE EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.)

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El algodón (*Gossypium hirsutum* L.), considerado como el oro blanco (Shahrajabian *et al*. 2020), es uno de los cultivos más importantes para la humanidad y se encuentra entre los diez cultivos más cultivados del mundo, aunque su objetivo principal no es la alimentación (Wegier *et al*. 2016). Su importancia comercial es en la industria textil y en la industria alimenticia para la elaboración de aceites, harina y cascaras, que pueden llegar a ser utilizadas como alimentos para ganado (McCarty, 2017). Proporciona ingresos para todo, desde la educación hasta el transporte, para la salud y la vivienda, y a menudo sirve como catalizador de la industrialización y de un mayor bienestar social. La producción y el consumo mundial de algodón mantiene una tendencia al alza, y las nuevas tecnologías, incluida la biotecnología, están transformando la industria (Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC, 2007).

El cultivo de algodón representa la mitad del área total de cultivos no destinados a la alimentación, con 35 millones de hectáreas en más de 60 países en el mundo (FAO, 2017b). En Ecuador, el cultivo de algodón tuvo un rol importante en el sector agropecuario entre los años 70 a 90 como parte de la industria aceitera (FAO, 2021) es sembrado en la provincia de Guayas y Pedro Carbo con 166.60 hectáreas, donde su producción era de 152.24 toneladas métricas de algodón (Andrade & González, 2017).

La producción del algodón en el mundo es una de las que más fertilizantes consume, por lo que es necesario crear mecanismos para mitigar el impacto en este cultivo, sin comprometer la rentabilidad del productor, y por ser un rubro agrícola que afecta a la microflora de los suelos que inciden en rendimientos variables (FAO 2017a). Ante esta situación, existe una alta demanda de algodón orgánico, permitiendo entre los años de 2011 y 2014, un incremento del área de algodón orgánico a más de 8%, mientras que entre 2014 y 2015 el área se incrementó en un 59% (FAO, 2018).

La agricultura orgánica, ha experimentado y sigue experimentando un mayor desarrollo y está relacionado con la utilización de estiércol animal y otros insumos naturales (Céspedes 2005; Eguillor, 2018), los cuales permiten incrementar las características físicas y la actividad biológica en el suelo (Céspedes 2005; Ramos y Terri, 2014). El vermicompost es un producto

orgánico estabilizado (Mahmoud y Ibrahim, 2012) y, al igual que los lixiviados generados en el proceso, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo cuando se aplica al mismo y permite reducir la dependencia de insumos químicos en la agricultura y apoyará un enfoque más sostenible de la producción de cultivos (Doneo, 2018).

En la provincia de Manabí, es algodón es cultivado en forma tradicional por pequeños agricultores. Sin embargo, en los actuales momentos no se han realizado investigaciones para descubrir sus potencialidades en lo relacionado a su manejo agroecológico. La presente investigación está orientada a evaluar el uso de los lixiviados de vermicompost como una alternativa de fertilización orgánica, por lo que se propone estudiar el efecto de varias dosis sobre el crecimiento y producción del cultivo de algodón (*G. hirsutum*), que de resultar factible podría ser usado por los algodoneros como una alternativa de fertilización orgánica a menor costo.

2.1. OBJETIVOS

2.1.1. Objetivo General

Evaluar dosis de lixiviados de vermicompost sobre el crecimiento y producción del cultivo de algodón (*Gossypium. hirsutum* L.)

2.1.2. Objetivos Específicos

Determinar las dosis adecuadas de lixiviados de vermicompost para el crecimiento y producción del cultivo del algodón.

Comparar el efecto de la fertilización química y la de lixiviados de vermicompost.

III. REVISIÓN DE LITERATURA Y DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO

3.1. Revisión de Literatura

El algodón (*Gossypium hirsutum* L.) es importante por la producción de fibras para la industria textil, donde actualmente se busca obtener nuevas tecnologías agrarias con menor impacto en el medio ambiente, proceso de fortalecimiento social, trabajo decente y condiciones direccionadas a la comercialización (FAO, 2018).

Debido a su alto impacto ocasionado por textilerías del siglo pasado, el origen vegetal se involucra con frecuencia con el uso intensivo de pesticidas, principalmente insecticidas, los cuales pueden representar un riesgo serio para la salud de agricultores y consumidores, esta aplicación es potencialmente riesgosa, además la lucha constante de plagas ya que desarrollan resistencia y reducen significativamente las producciones (Villegas y Gonzales, 2013).

Las tecnologías se basan en buscar innovaciones tecnológicas y practicas mejoradas de producción en las parcelas demostrativas y fincas, donde los cultivos sostenibles se distinguen por su fortalecimiento de capacidades de técnicos, instituciones y productores, con el objetivo de fomentar sistemas de rentables y uso racional de recursos como el suelo, agua y fertilizantes recuperando la biodiversidad, con menores costos de producción por Ha^{-1} (FAO, 2018)

El estudio de Chinga *et al,* (2020), muestra resultados positivos en diluciones de lixiviados y combinaciones con fertilizantes en el cultivo de algodón, mostrando un buen comportamiento en campo abierto, durante cada etapa fenológica. Los tratamientos con el vermicompost y el químico mostraron valores similares en valores nutricionales debido a este bioestimulante. Además, Domínguez *et al.* (2010), permitieron demostrar varias aportaciones científicas para la sociedad, relacionados con el uso de humus de lombriz en la adición a los sustratos del cultivo, este mecanismo produjo un mejoramiento en la actividad microbiana benéfica, mejoró el desarrollo vegetal y produce efectos fitohormonas que mejoran los terrenos agrícolas y el rendimiento vegetal.

Según Cáceres, (2009), al evaluar la respuesta a la fertilización orgánica e inorgánica del algodón para mejorar los rendimientos en sistemas de producción textileras, donde las aplicaciones se efectuaron en etapa crítica y prefloración del cultivo, las unidades de muestreo fueron de 1 metro lineal, como respuesta del estudio se determinó que el mejor comportamiento se obtuvo a través de 20 ton de guano porcino estabilizado.

Alternativas como los lixiviados de vermicompost son utilizados para reducir la aplicación de fertilizantes de síntesis química (Ramírez *et al.,* 2015), mientras que Cruz *et al.* (2018), mencionan que los biofertilizantes buscan incrementar la productividad de los cultivos con un menor impacto en el suelo, considerado como una herramienta fundamental en las investigaciones, en la actualidad los abonos orgánicos como el humus de lombriz incrementa la vida microbiana benéfica. Reyes *et al.* (2012), señalan que los abonos orgánicos son beneficiosos por mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo mejorando la actividad microbiana. Así mismo, este fortalecimiento permitirá que las posibilidades de mayores ingresos a los agricultores familiares, desarrollo territorial y reduciendo la pobreza rural (FAO, 2021).

3.2. Marco Teórico

3.2.1. El cultivo de algodón

La producción mundial de algodón alcanzó el volumen histórico de 26 millones de toneladas, y se sembraron 35 millones de hectáreas en más de 60 países, durante los dos años siguientes se ha mantenido prácticamente a los mismos niveles y ha desempeñado un papel fundamental a lo largo de la historia de la humanidad. Este cultivo juega un rol importante en este contexto, su producción impacta a la fuente de ingreso a 350 millones de personas, en toda su cadena de producción (FAO, 2017b).

3.2.2. Origen y clasificación botánica

Las diferentes especies de algodón son originadas en América tropical, Asia y África. Sin embargo, se ha establecido que *G. hirsutum* es originario de América Central y del sur de México y que *G. barbadense* procede de los valles fértiles del Perú. De la India y Arabia son originarias las especies *G. arboreum* y *G. herbaceum*. La especie alotetraploide es la principal fuente de fibras naturales (Burbano *et al*., 2017).

Para Conabio (sf.), la clasificación taxonómica del algodón es la siguiente:

Reino	Plantae
Clase	Angiospermas
Subclase	Dicotiledóneas
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Género	*Gossypium*
Especie	*Hirsutum*

3.2.3. Descripción morfológica

Las diferentes formas de vegetación del algodón permiten diferenciar que la especie que pertenece del género *Gossypium,* sus hojas están dispuestas alternadamente en forma de espiral ubicado alrededor del eje del tallo o rama principal, la altura de la planta varía en tamaño, biomasa o bellotas, los peciolos se forman a lo largo de la hoja y está conectado por dos estipulas en las uniones del tallo (OECD, 2008)

Las flores son de color blancas amarillentas, con o sin máculas de color morado en la base. En el segundo día de floración, los pétalos se tornan rosado-rojizos y después de la polinización y son caedizos, la inflorescencia presenta pedicelos 2.0-4.0 cm largo, con 3 nectarios en la cima; brácteas del calículo 2.0-4.5 cm largo, cordato-ovadas, 3.19 laciniadas; cáliz 5.0-6.0 mm largo,

truncado o 5-dentado; pétalos 2.0-5.0 cm largo; columna estaminal 1.5 cm largo, con más de 100 estambres; ovario súpero, 3-5 carpelos, con una floración que se presenta entre agosto, febrero y mayo (Conabio s.f.).

El fruto se presenta en una capsula de 2 – 6 cm de largo, anchamente ovoides o subglobosas, glabras. Capsula con dehiscencia loculicida, su maduración se manifiesta en el cuarto o quinto mes de la germinación de la planta. El fruto maduro (capsula) comienza a abrir y exponer la semilla. La fructificación sigue un curso espiral, en la región basal desde la rama más vieja y más baja hasta la zona apical de la planta, el crecimiento y el desarrollo del fruto, comienza inmediatamente después de fertilización, aunque el periodo más rápido del crecimiento se presenta después de los 7 -18 días aproximadamente. Sus capsulas son esféricas u ovoide y pálido verdosas (Conabio s.f.).

3.2.3.1. Fenología

El cultivo de algodón, posee un ciclo vegetativo de 150 días que comprende tres etapas o fases de crecimiento: la fase vegetativa, que va desde la emergencia y la aparición de la tercera y quinta hoja verdadera; fase reproductiva que va desde la aparición de los primeros pimpollos florales hasta la formación del fruto y la fase de maduración que va desde la apertura de las capsulas, hasta que las fibras se noten plenamente (López *et al*., 2019).

Requiere para un buen desarrollo una temperatura cercana a los 30°C; ya que cuando la temperatura sobrepasa este nivel, o se sitúa por abajo de los 15°C la germinación de las plántulas se ve afectada. La humedad en el suelo es del 90% de capacidad de campo (McCarty, 2017). Las regiones más adecuadas para el cultivo del algodón se encuentran localizadas en las latitudes de 0 a 500 msnm, para la obtención de los mejores resultados (Cañarte *et. al.* 2019).

3.2.4. Clima

En las zonas cálidas, la geminación de la semilla se produce cuando se alcanza una temperatura no inferior a 14°C, siendo el óptimo de geminación de 20°C. Para la floración se necesita una

temperatura media de 20 a 35°C y para la maduración de la cápsula una temperatura entre 27 y 30 °C (Reyes, 2014).

Es un cultivo exigente en agua, pues la planta tiene mucha cantidad de hojas provistas de estomas por las que transpiran cuando hay un exceso de calor. Los riegos deben de darse durante todo el desarrollo de la planta entre 4.500 y 6.500 m3 /h. El viento es un factor que puede ocasionar pérdidas durante la fase de floración y desarrollo de las cápsulas, produciendo caídas de éstas en elevado porcentaje, el factor luz en etapas de fructificación son las que van a determinar la maduración y apertura de las capsulas (Conabio, s.f.).

3.2.5. Exigencias en suelo

Las principales características topográficas, físicas, químicas y de fertilidad de los suelos son fundamental para influenciar durante todo el ciclo del cultivo para que se pueda obtener buenos resultados, la topografía plana con nivelación hasta 0.3%, textura del suelo franco arcilloso para un buen drenaje y obtención de nutrientes (Conabio, s.f.).

Los mejores suelos para el cultivo de algodón son aquellos que presentan una buena aireación, adecuada retención de agua y ricos en materia orgánica. Por esta razón, los suelos de tipo arenosos no son recomendables porque no retienen el nivel de humedad requerido para el desarrollo de la planta; mientras que los de tipo arcilloso dificultan la germinación de la planta e incluso son causantes de enfermedades (Navarro *et al.* 2010).

3.2.6. Requerimientos nutricionales

El autor Reyes (2014), sostiene que es necesario conocer las necesidades nutricionales de las plantas para hacer una correcta aplicación, para ello, se requiere de pruebas y análisis detallados del suelo antes de una siembra. Los análisis de suelo permiten conocer las características físicas del suelo como la textura (arena, limo y arcilla) y las características químicas como la cantidad de los elementos minerales disponibles en el suelo, el pH y el contenido de sales. El cultivo del algodón requiere de elementos esenciales como el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio

(Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), así como también de algunos elementos en menor cantidad como el zinc (Zn), hierro (Fe) y boro (B).

Los elementos más importantes en el cultivo del algodón son el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), se requieren en grandes cantidades para un buen desarrollo del cultivo (Peña *et al*., 2018). El nitrógeno es el más importante para las plantas de algodón, por la producción de clorofila en el proceso de la fotosíntesis (Shankar *et al*., 2019). El fosforo estimula y fortalece el sistema radicular de las plantas, es esencial para la transferencia de energía celular a través de la fosforilación y desfosforilación de proteínas (Ali y Ahmad, 2020) y; el potasio es necesario para el desarrollo y crecimiento; reduce la incidencia y gravedad de enfermedades de marchitamiento, además es importante para la calidad de la fibra (Barragán, 2010).

La recomendación del abonado nitrogenado, como para el resto de los nutrientes, se realiza teniendo en cuenta las extracciones del cultivo, el nivel de fertilidad del suelo, la época de aplicación y el nitrógeno procedente de otras fuentes, como el agua de riego, residuos de cosechas anteriores (A*breu al.,* 2014).

Algunos estudios han mostrado que el cambio de un manejo orgánico del suelo hacia el uso de fertilizantes químicos ha incrementado el potencial de plagas y depredación (McCarty, 2017).

La fertilización de los cultivos se realiza con fuentes inorgánicas debido a su mayor solubilidad; sin embargo, este tipo de fertilizantes utilizados de manera indiscriminada puede ocasionar daños a la microflora del suelo, incremento de costos de producción, entre otros. En la actualidad existe un creciente interés por utilizar fuentes orgánicas para abonar los suelos, en un intento de regresar a los sistemas naturales de la producción (Ramírez *et al.,* 2015).

La fertilidad del suelo naturalmente permite que los cultivos puedan obtener un mejor crecimiento y optimizar el rendimiento, la fertilización orgánica e inorgánica permitirá que la planta se nutra y el suelo, evitando perdida de materia orgánica y producir erosiones que afectaran los campos de producción (FAO, 2020).

Además, Monteiro (2015), manifiesta que es muy importante la fertilización orgánica para incrementar el rendimiento de bellotas, mejora el crecimiento de número de nudos, diámetro del tallo y número de ramas, pero disminuye el rendimiento de bellotas secas comparado al total. La carencia de fósforo produce trastornos fisiológicos, que no permiten sintetizar proteínas y no produce piridoxal (Flores & Lita, 2011).

Para Alcívar (2015), los fertilizantes orgánicos resultan de la descomposición anaeróbica y aeróbica de los estiércoles, funcionan como reguladores del crecimiento de las plantas; y, aplicados en forma foliar sobre este cultivo mejorando la calidad del edulcorante en las hojas, e incluso tiene efecto repelente contra las plagas y pueden ser aplicadas al suelo en concentraciones mayores, favorece el desarrollo radicular.

Según Nicholls (2008), señala que el estudio realizado en algodón mostró que la incorporación de materia orgánica en lotes experimentales incrementó las poblaciones de detritívoros los cuales fomentaban la abundancia de predadores generalistas arriba del suelo. La disponibilidad de nutrientes en el suelo no sólo afecta la cantidad de daño que las plantas reciben de los herbívoros,

Para Escobar (2013), el humus de lombriz tiene muchos beneficios orgánicos que permiten una mejor actividad microbiana debido a su alto contenido nutricional:

- Permite optimizar la capacidad de campo al (40%).
- Regula el PH de los suelos
- Nitrifica los sustratos a su alto contenido (1-2.6%)
- Aumento significativo de la Materia orgánica.
- Macro y micro elementos esenciales en el crecimiento
- Relación Carbono/Nitrógeno

3.2.7. Producción de algodón

La producción de algodón ha enfrentado cada vez mayores problemas, contándose entre ellos: la inestabilidad de precios, presencia y ataques de insectos plagas, pérdida paulatina de la fertilidad de los suelos y competencia de malezas. Afortunadamente, la investigación agrícola está haciendo grandes progresos, las diversas prácticas de la producción de algodón, ha permitido producir variedades que son mejores que aquellas que se sembraban antes, queda demostrado que un control efectivo de plagas es positivo en el momento oportuno y crítico, utilizando oportunamente los insecticidas (Andrade & González, 2017).

Las plantas cuando entran en etapas florales, duran un lapso de 27 días en promedio con rango entre 22 a 32 días, la fluctuación del algodón empieza desde la primera bellota, que dura 58 días en promedio con rango de 47 a 70 días, hasta su maduración completa que oscila hasta los 115 días de edad vegetal (Reyes, 2014).

Este cultivo representa alrededor del 30% de las fibras consumidas en la industria textil mundial y apoya los medios de vida de 350 millones de personas, donde la cadena de valor del algodón alcanza a todas las clases sociales, desde los pequeños agricultores que viven en las comunidades más aisladas y a los salones de moda más renombrados del mundo (FAO, 2018).

El algodón es una de los productos agrícolas que más fertilizantes consume, por tal razón se considera que existe la posibilidad de crear mecanismos para mitigar el impacto que afecta al cultivo, por ello deben establecerse alternativas de fertilización orgánica que permitan recuperar y reactivar la vida microbiana del suelo, fortalecer el equilibrio nutricional y resistencia a agentes externos (FAO, 2015).

La producción mundial de algodón, está en países como China, India, Pakistán, E.E.U.U, Uzbekistán y Brasil, siendo los mayores productores, que representan el 80% de la producción, (McCarty, 2017). Existen varios factores que pueden mejorar el rendimiento del algodón: condiciones ambientales favorables, correcta preparación del suelo, siembra en época y con densidad adecuada y un control eficiente de plagas y enfermedades (Adhikary, 2012). Desde el

punto de vista del suelo, es un cultivo que requiere cantidades importantes de nutrientes para obtener una buena productividad como N, P_2O_5 y K_2O, por eso debe sembrarse en suelos con fertilidad natural media a alta (Naranjo, 2013).

Bajo estos criterios es sabido que la producción del algodón es una de las más importantes en el mundo, donde el enfoque de producción es reducir la pobreza y lograr la seguridad alimentaria en la población, en igual sentido se plantea realizar actividades que permitan recuperar y reactivar la vida microbiana del suelo, fortalecer el equilibrio nutricional y resistencia a agentes extremos.

3.2.8. Características del algodón, variedad Acala 90.

Por ser una variedad tropicalizada se caracteriza por tener un ambiente amplio, además pueden variar de acuerdo al manejo que se dé al cultivo y a las condiciones ambientales (Usach, s.f.):

Tipo de planta	Arbustiva
Tipo de hoja	Pecioladas
Floración (50%)	45/50 días
Altura de plantas	150 / 170 cm
Madurez fisiológica	100 días
Distancia entre plantas	40 cm
Distancia entre surcos	80/100cm
Plantas /ha.	50.000 promedio
Enfermedades	Tolerante

3.3. El lixiviado de vermicompost

El vermicompost es la excreta de la lombriz de tierra, siendo la especie africana de lombrices de tierra, *Eisenia fétida* y *Eudrilus eugenae* ideales para la preparación de vermicompost (Adhikary 2012). El vermicompost se genera en el tubo digestor de este organismo (Moreno

2005). y de acuerdo al uso que se destine, se puede clasificar como fertilizantes orgánicos, mejorador del suelo y medio de crecimiento para especies vegetales desarrollados en invernaderos (Moreno, 2005). La proliferación de este animal sexualmente entre el segundo y el tercer mes de vida, la longevidad esta próxima a los 16 años de plena producción, su capacidad reproductiva es muy elevada ya que la población puede duplicarse cada 45-60 días, por lo que 1.000.000 de lombrices al cabo de un año se convierten en 12.000.000 y en dos años en 144.000.000. Durante este periodo transforman 240.000 toneladas de residuos orgánicos en 150.000 toneladas de humus (Yague, 2002, como se citó en Escobar, 2013).

Es un tipo de compost en la cual cierto tipo de lombrices de tierra como: *Eisenia foetida, Eiseniaandrei, Lumbricusrubellus*; transforman los residuos orgánicos en un subproducto estable denominado vermicompost (Pérez, 2014).

Los residuos de la ganadería son una fuente de alimento común para las lombrices, pero los residuos de los supermercados, los biosólidos (lodos de aguas negras) la pulpa de papel, y de la industria de la cerveza también se han utilizado en el proceso de vermicompostaje (Collantes, 2015). Posee características, físicas, químicas y microbiológicas, que favorecen no sólo el desarrollo de las especies vegetales, sino que además mejoran las condiciones del suelo donde se establecen los cultivos, generando efectos favorables sobre la calidad de los productos agrícolas (Moreno, 2005). De igual manera, el tipo de estiércol empleado para la alimentación de las lombrices determina el contenido de elementos nutritivos, conductividad eléctrica y el pH del vermicompost (Kalyankar, 2013).

Se nombra lombricompost o vermicompost (humus de lombriz) al producto resultante de la transformación digestiva de la materia orgánica por medio de la crianza de lombrices de tierra, denominada lombricultura (Moreno, 2005). La producción de lombrices tiene grandes perspectivas a futuro, ya que ofrece una excelente alternativa para el manejo de desechos que se vuelven contaminantes tales como la basura de las ciudades, los desperdicios de restaurantes, los excedentes de los establos, entre otros. Además, es un excelente fertilizante que se puede utilizar no solo en la agricultura orgánica también en la agricultura convencional (Huerta, 2015).

Es un abono elaborado mediante la descomposición de la materia orgánica realizada por la lombriz roja californiana *(Eisenia foetida),* una especie que presenta una mayor reproducción y mejores condiciones de manejo en cautiverio. Cada lombriz adulta, se come en promedio de un gramo de materia orgánica por día y devuelve algo más de la mitad de ese gramo convertido en abono (Aguilar *et al*., 2016).

El humus de lombriz contiene un promedio entre 1.5% - 2.2% de N, 1.8% - 2.2% de P y 1.0% - 1.5% de K. El carbono orgánico oscila en un rango entre 9.15 y 17.98 % y contiene micronutrientes como sodio, calcio, zinc, azufre, manganeso y hierro. El humus líquido se puede usar como fertilizante foliar, con una bomba de mochila en dosis de 1 a 2 litros por bomba con capacidad para 20 litros de agua, dirigiendo la aplicación al follaje (Adhikary, 2012). Además, mejora y mantienen la fertilidad del suelo, al tener efectos benéficos en las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo (Salazar *et al*., 2010).

El estiércol de bovino aparte tener un efecto beneficioso en el suelo, proporciona un suministro básico de nutrientes para los cultivos en especial para el algodón (Eyhorn *et al*., 2005). Es una alternativa para reducir el uso de fertilizantes inorgánicos y por ende ahorra el costo de producción en los cultivos (Figueroa *et al*., 2010).

Este producto constituye uno de los principales abonos orgánicos que se utiliza en la actualidad por su bajo costo de obtención (Adhikary, 2012). Además, el efecto en el crecimiento de las plantas puede ser diferente entre tipos de lombricomposta debido a la variación en sus propiedades (Doyle *et al.*, 2012).

La reconversión progresiva hacia el uso de productos, la investigación, las actividades de transformación, comercialización y consumo de productos orgánicos han registrado un comportamiento muy dinámico, sobre todo en los países desarrollados. La explicación está en la preocupación de la gente por consumir alimentos más sanos e inocuos, de los cuales se conozca su origen y trayectoria real (Abreu *et al.*, 2014).

Tiene un amplio potencial para los sistemas de producción agrícola bajo condiciones de invernadero y a campo abierto, especialmente dentro de la industria hortícola y ornamental.

Tiene efectos importantes sobre el crecimiento y el rendimiento de las especies vegetales y en un momento determinado puede sustituir la aplicación de fertilizantes sintéticos para ayudar a - reducir la presencia de enfermedades fungosa y de organismos patógenos (Moreno, 2005).

IV. DESARROLLO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

4.1. Ubicación del ensayo[1]

La presente investigación se realizó en el campus experimental La Teodomira, de la Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, ubicado en la parroquia Lodana, Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí (coordenadas: latitud 01° 09' 51" S y longitud 80° 23 '24" W) y a una altura 60 msnm. La temperatura media anual es de 26 °C y la precipitación de 750 mm. La zona de vida se corresponde a un bosque tropical seco de origen aluvial.

4.2. Datos climatológicos[2]

Pluviosidad anual:	254.3 mm
Heliofanía anual:	1.134 horas luz
Temperatura promedio:	25,2°C
Evaporación anual:	1.625,40 mm

4.3. Datos edafológicos y ecológicos

El lote, donde se realizó la investigación es de textura franco arcilloso, de topografía plana con ligeras ondulaciones y de acuerdo a la escala de Holdrige, se lo ubica a una formación de Bosque semi húmedo tropical[3].

4.4. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo experimental, se estableció bajo un diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones, registrando 24 tratamientos.

[1] INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador. Quito. 2017.
[2] Estación Agro meteorológica la Teodomira de la UTM, INAMHI, Santa Ana, Manabí, Ecuador.
[3] Holdrige. Sistemas de clasificación de zonas vidas. (2011). Turrialba. Costa Rica

4.5. Definición y selección de la muestra

4.5.1. Material de estudio

El material a estudiado fue la variedad de algodón DP ACALA 90

4.5.2. Factores estudiados

1. Tratamiento químico con fertilizante a base de fórmula 15-15-15 (N-P-K)
2. Lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino (LVC-EB1/20)
3. Lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino (LVC-EB1/30)
4. Lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino (LVC-EB1/20) + químico
5. Lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino (LVC-EB1/30) + químico
6. Suelo (testigo absoluto)

4.5.3. Características del experimento

Número de tratamientos:	6
Número de repeticiones:	4
Número total de parcelas:	24
Plantas por hilera:	20
Total, de plantas:	1920
Distancia entre hilera:	1 m
Distancia entre planta:	0,40 m
Área de parcela:	(4m*4m) = $16m^2$
Área útil de la parcela:	(2m*4m) = $8m^2$
Distancia entre repeticiones:	2.00 m
Longitud del experimento:	96,00 m
Ancho del experimento:	24.00 m
Área total del experimento:	1200.00 m^2

4.5.4. Diseño del ANOVA

Fuentes de variación	Grados de Libertad
Tratamiento (t-1)	5
Repeticiones (r-1)	3
Error (t-1) (r-1)	15
Total (t x r) -1	23

4.6. Hipótesis

La aplicación de lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino, como fertilizante orgánico en el cultivo de algodón (*G. hirsutum*) incrementará significativamente su crecimiento vegetativo y producción.

4.6.1. Variables

4.6.1.1. Variable independiente:

Aplicación de lixiviados de vermicompost de estiércol en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.).

4.6.1.2. Variable dependiente:

La fertilización orgánica incrementará su crecimiento vegetativo y la producción del cultivo de algodón.

4.7. Manejo del cultivo

4.7.1. Preparación del terreno

Se efectuó una labor de arado, dos pases de rastra, se delimitaron las parcelas según el croquis de campo.

4.7.2. Siembra

Se realizó de forma manual con la ayuda de un espeque, haciendo hoyos a una profundidad aproximada de 5 cm, colocando dos semillas por sitio con un distanciamiento de 1m entre hileras x 0,40m entre plantas.

4.7.3. Riego

Para el cultivo de algodón, se utilizó el sistema de riego por goteo, con cintas de goteros de 0,02 mm, ubicadas cada 20 cm y una capacidad de 3 litros por hora. En los primeros 45 días se realizaron dos riegos de 30 minutos por semana. Después el riego fue realizado semanalmente hasta que el cultivo cumplió los 110 días.

4.7.4. Aplicación de fertilizante químico y lixiviado de vermicompost

El fertilizante químico NPK (15-15-15), tratamiento T2- se aplicó 10 g por planta a los 15 y 30 días después de la siembra. Las aplicaciones del lixiviado de vermicompost de estiércol de bovino se realizaron a los 10, 20 y 30 días después de la siembra. Las dosis de compost aplicadas correspondientes a los tratamientos fueron de 1/20, 1/30 en hoyos donde se sembró la semilla.

El lixiviado de vermicompost que se utilizó en la presente investigación, fue procesado en la zona de Cañita, parroquia Charapotó, cantón Sucre, provincia de Manabí.

4.7.5. Control de malezas

Se realizaron cinco deshierbas manuales con la utilización de machete y rastrillo.

4.7.6. Control Fitosanitario

El control de plagas se contó con la asesoría del personal técnico y del tutor de tesis. Se reportó la presencia del chinche arrebiatado del algodón (*Dysdercus peruvianus, Guerin-Meneville,*

1831), el control se lo efectuó 4 veces en todo el período del cultivo aplicando *Trichoderma* en dosis de 1 L ha^{-1}. No se reportó la presencia de ningún agente patológico.

4.7.7. Cosecha

Se la realizó, a los 136 días cuando las bellotas expusieron la lana natural y llegaron a su madurez fisiológica.

4.8. Variables analizadas estadísticamente

4.8.1. Variables de crecimiento

Altura de planta (m): Se midió con un flexómetro desde el suelo hasta el ápice de la planta, a los 15, 30 y 45 días en 5 plantas útil por cada parcela.

Numero de hojas: Se realizó un conteo de hojas a los 15, 30 y 45 días después de la siembra, en cinco plantas útil por cada parcela.

4.8.2. Variables del rendimiento

Número de bellotas promedio por planta: Se contabilizó el número de bellotas cosechadas en el momento de la cosecha en el área útil de la parcela y se promediaron para el número de individuos.

Peso de la bellota (g): Se pesaron las bellotas totales que registraron las plantas muestreadas en el momento de la cosecha con una balanza digital.

Rendimiento estimado (t. ha^{-1}): Se estimó la producción total a partir del peso total de las bellotas, donde se efectuó en la transformación de parcela útil a toneladas por ha.

4.9. Recolección de datos.

El registro de las variables de crecimiento se las realizó a los 15-30-45 días y se seleccionaron cinco plantas al azar y en cada una de ellas se tomaron la altura de planta y número de hojas respectivamente para posteriormente promediar sus valores.

En la variable rendimiento, se procedió a contar el número de bellotas promedio por planta, el peso expresado en gramos y el rendimiento estimado de la producción total a partir del peso total de las bellotas, donde se efectuó en la transformación de parcela útil a toneladas por ha.

4.10. Análisis de los datos.

Los datos fueron analizados mediante el uso de un diseño estadístico de bloques completamente al Azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones, registrando 24 tratamientos. Los resultados obtenidos fueron analizados en el Software Inforvest V.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Variables de crecimiento (cm).

5.1.1. Altura de planta a los 15-30 y 45 días (cm).

En los resultados obtenidos en el análisis de la variable altura de planta, en relación a las dosis a los 15 días se obtuvo diferencias significativas, mientras que a los 30 y 45 días solo presentaron diferencias numéricas. En la altura de plantas a los 15 días, la diferencia estadística estuvo dada por el testigo y los otros tratamientos, pudiendo verificar que la aplicación de LVC- EB. 3/10 VV reportó el mayor valor con 11,46 cm, mismo que fue diferente estadísticamente al testigo.

En el promedio general por dosis, la altura de planta fue significativamente incrementada en el tratamiento T4 = LVC-EB 2/10 + Q (51,78 cm). Estos resultados son similares a los reportados por Chinga et al. (2020) quienes indican que la altura de las plantas de algodón fue significativamente incrementada cuando las plantas fueron tratadas con la dilución 1:20 v/v del lixiviado más fertilizante químico. Héctor et al. (2020) realizaron un estudio en pimiento, utilizando varias dosis de lixiviados de vermicompost, donde no encontraron diferencias significativas en la altura de las plantas bajo las diferentes dosis.

Tabla 1. Promedio de altura de planta (cm) de *Gossypium hirsutum* a los 15-30-45 días bajo diferentes dosis de lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino. Lodana - Santa Ana, 2019.

Tratamientos	Altura de planta (cm)			Promedio genera l
	15 días	30 días	45 días	
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)	11,17 a	40,53 ±a	84,00 ±a	45.23± b
T2 = LVC -EB. 2/10 VV	10,97 a	40,70 ±a	79,25± a	43.64 ±b
T3 = LVC- EB. 3/10 VV	11,46 a	37,95 ±a	79,20 ±a	42.87 ±b
T4 = LVC-EB 2/10 + Q	10,75 ab	46,05 ±a	98,55 ±a	51.78 ±a
T5= LVC-EB 3/10 + Q	11,00 a	43,10 ±a	93,20 ±a	49.10 ±a
T0 = SUELO	9,55 b	35,05 ±a	83,00 ±a	42.53 ±b
Tukey 5%	1,12			
CV (%)	3,33	16,16	20,59	

Medias ± desviación estándar. Medias con igual letra no difieren significativamente (P<0,05). Comparaciones de medias realizadas con la prueba de rangos múltiples.

5.1.2. Número de hojas por planta

Los resultados del análisis del número promedio de hojas a la aplicación de lixiviados de vermicompost a los 15, 30 y 45 dds, no presentaron diferencias estadísticas en todos los tratamientos; sin embargo, las plantas con los tratamientos LVC-EB 2/10+Q y LVC-EB 3/10+Q presentaron el mayor número de hojas promedio (Tabla 2). Las hojas sin ningún tratamiento, obtuvieron el menor promedio en las tres evaluaciones, lo que valida el efecto de los tratamientos en la producción de hojas, y comparadas con el testigo químico, estos fueron mayores. Estos resultados son similares a los presentados por Héctor *et al.* (2020), quienes realizaron un estudio de lixiviados de vermicompost de estiércol bovino en pimiento y en sus resultados no obtuvieron diferencia significativa en el número de hojas por dosis. Sin embargo, Calero *et al*. (2019) realizaron un estudio en pepino usando Microorganismos eficientes y lixiviados de vermicompost, obteniendo mayor número de hojas en el tratamiento con ME, mientras que, entre las dosis de lixiviados, encontraron diferencias significativas, reportando el mayor número de hojas en la menor dosis, 100 ml versus 200 ml.

Tabla 2. Número promedio de hojas de *Gossypium hirsutum* a los 15-30-45 días bajo diferentes dosis de lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino. Lodana, Santa Ana, 2019.

	Número de hojas			**Promedio**
Tratamientos	**15 días**	**30 días**	**45 días**	**General**
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)	3,95 ± a	16,40 ± a	33,75 ± a	18,03 ± a
T2 = LVC -EB. 2/10 VV	3,90 ± a	15,80 ± a	28,60 ± a	16,10 ± a
T3 = LVC- EB. 3/10 VV	3,90 ± a	16,20 ± a	32,15 ± a	13,75 ± a
T4 = LVC-EB 2/10 + Q	4,00 ± a	17,65 ± a	33,40 ± a	18,33 ± a
T5= LVC-EB 3/10 + Q	4,00 ± a	17,60 ± a	33,15 ± a	18,25 ± a
T0 = SUELO	3,50 ± a	14,30 ± a	27,10 ± a	14,96 ± a
CV (%)	6,32	12,58	13,54	

Medias ± desviación estándar. Medias con igual letra no difieren significativamente (P<0,05). Comparaciones de medias realizadas con la prueba de rangos múltiples.

5.2. Variables del rendimiento

5.2.1. Número de bellotas promedio por planta

El análisis estadístico de la variable número de bellotas por planta, los tratamientos presentaron diferencias estadísticas. El tratamiento T4 = LVC-EB 2/10 + Q, presentó el mayor número de bellotas con 34,20 promedio por planta, siendo estadísticamente similar a T1 = F.Q. (NPK 15-15-15) y T5= LVC-EB 3/10 + Q que registraron 34 y 32,75 bellotas promedio por planta y superior al resto de tratamientos (Tabla 3). Chinga *et al.* (2020), quienes realizaron un estudio usando lixiviados de vermicompos de estiércol bovino, obtuvieron diferencias significativas en el número de bellotas, con mayor número promedio en el tratamiento químico y los tratamientos T4= LVC_EB 1:20 v/v + FQ y T5= LVC_EB 1:30 v/v + FQ. En relación al número de bellotas obtenidas, el promedio es similar al obtenido por Chinga *et al*. (2020).

El menor valor lo obtuvo T0 = SUELO que presentó la menor producción con 21,50 bellotas por planta, resultado que es similar a lo reportado por Chinga *et al*. (2020), quienes obtuvieron 22,5. Se evidencia que el lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino se constituye en

una alternativa de fertilización que se puede utilizar en la actualidad por su bajo costo de obtención.

Tabla 3. Número de bellotas por planta de *Gossypium hirsutum* bajo diferentes dosis de lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino. Lodana, Santa Ana, 2019.

Tratamientos	Número de bellotas
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)	34,00 a
T2 = LVC -EB. 2/10 VV	25,90 c
T3 = LVC- EB. 3/10 VV	29,03 b
T4 = LVC-EB 2/10 + Q	34,20 a
T5= LVC-EB 3/10 + Q	32,75 a
T0 = SUELO	21,50 d
C.V. (%)	12,89

Medias ± desviación estándar. Medias con igual letra no difieren significativamente (P<0,05). Comparaciones de medias realizadas con la prueba de rangos múltiples

5.2.2. Peso de la bellota (g)

En los resultados del peso de bellotas, donde se encontró diferencias numéricas entre sus tratamientos, se evidenció que el tratamiento T4 = LVC-EB 2/10 + Q con 8,77 gramos registró el mayor peso de bellotas. Se evidencia que los tratamientos en los que se utilizaron las diluciones de lixiviados de vermicompost solas o aplicadas con fertilizantes químicos tuvieron un efecto positivo en el peso de las bellotas. Estos resultados son similares a los reportados por Chinga et al (2020) quienes no obtuvieron diferencias significativas en el peso de las bellotas bajo las diferentes dosis de lixiviados de vermicompost de estiércol bovino. Héctor et al. (2020) realizaron un estudio en pimiento usando diferentes dosis de lixiviados de vermicompos de estiércol bovino, reportando que el peso del fruto fue de forma homogénea en la primera, segunda y cuarta cosecha, sin diferencias entre los tratamientos probados. En la tercera cosecha,

los frutos más pesados se obtuvieron en plantas fertilizadas con NPK, y en los tratados con BMVL 1:20 y 1:40. Mientras que Calero et al. (2019), quienes usaron dosis de ME y lixiviados en un cultivo de pepino, obtuvieron el mayor número de frutos en los tratamientos ME100 y LV 100, con un aumento de la producción del 63% en relación al testigo. estos tratamientos,

Tabla 4. Valores promedios de peso de bellota de *Gossypium hirsutum* bajo diferentes dosis de lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino. Lodana, Santa Ana, 2019.

Tratamientos	Peso de bellota (g)
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)	7,34 ± a
T2 = LVC -EB. 2/10 VV	8,51 ± a
T3 = LVC- EB. 3/10 VV	8,12 ± a
T4 = LVC-EB 2/10 + Q	8,77 ± a
T5= LVC-EB 3/10 + Q	8,72 ± a
T0 = SUELO	6,39 ± a
C.V. (%)	12,29

Medias ± desviación estándar. Medias con igual letra no difieren significativamente (P<0,05). Comparaciones de medias realizadas con la prueba de rangos múltiples.

5.2.3. Rendimiento estimado (t. ha^{-1})

Los resultados de la variable rendimiento estimado por hectárea, determinaron diferencias estadísticas para el nivel 5% de probabilidades. Los datos sometidos a la Prueba de Tukey al 5%, mostraron tres rangos de significación donde el tratamiento T5= LVC-EB 3/10 + Q reportó la mayor producción con 11,50 t. ha^{-1}, estadísticamente similar a T4 = LVC-EB 2/10 + Q que registró 11,25 t. ha^{-1} y superior estadísticamente al resto. El menor valor lo obtuvo el tratamiento T0 = SUELO con 6,85 t. ha^{-1} (Tabla 5).

El efecto positivo del uso de los lixiviados de vermicompost en el rendimiento por parcela y por ha, es similar a lo obtenido en la investigación realizada por Chinga *et al.* (2020), en las cuales obtuvo diferencias estadísticas, siendo superiores en las plantas que se aplicó lixiviado de

vermicompost a una dilución de 1:30 v/v y en aquellas tratadas con diluciones de lixiviados combinados con fertilizantes químicos.

Este resultado demuestra que el uso del lixiviado de vermicompost incrementa notablemente los resultados en cosecha. Este resultado es corroborado por Chinga *et al.* (2020), que demuestra que la investigación en campo abierto, determino que la utilización del producto, obtuvo efectos importantes en el crecimiento y rendimiento; y en un momento determinado puede sustituir la aplicación de fertilizantes sintéticos, conservando el espacio ambiental.

Tabla 5. Valores de rendimiento estimado (t. ha^{-1}) de *Gossypium hirsutum* con diferentes dosis de lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino. Lodana, Santa Ana, 2019.

Tratamientos	**(t. ha^{-1})**
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)	9,95 b
T2 = LVC -EB. 2/10 VV	9,00 b
T3 = LVC- EB. 3/10 VV	10,25 ab
T4 = LVC-EB 2/10 + Q	11,25 a
T5= LVC-EB 3/10 + Q	11,50 a
T0 = SUELO	6,85 c
C.V. (%)	14,32

Medias ± desviación estándar. Medias con igual letra no difieren significativamente (P<0,05). Comparaciones de medias realizadas con la prueba de rangos múltiples

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- A los 15 días después del trasplante del algodón, el tratamiento lixiviado de vermicompost de estiércol de bovino (T3=LVC- EB. 3/10 VV) reportó el mayor valor con una altura de planta de 11,46 cm.
- La comparación entre fertilizante químico y orgánico se pudo diferenciar estadísticamente, donde los resultados fueron buenos en campo abierto siendo así una herramienta que puede potencializar a los productores y fomentar productos de mejor calidad respetando el medio ambiente.
- El tratamiento lixiviado de vermicompost de estiércol de bovino T4 = LVC-EB 2/10 + Q, reportó el mayor promedio de bellotas por planta con 34,20 bellotas.
- En la variable producción, el tratamiento lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino T5= LVC-EB 3/10 + Q) reportó la mayor producción con 11,50 (t. ha^{-1}) de algodón.

6.2. Recomendaciones

- El tiempo de estudio permitió registrar que la aplicación de lixiviados de vermicompost de estiércol de bovino, como fertilizante orgánico en el cultivo de algodón (*G. hirsutum*) incrementa significativamente su crecimiento vegetativo y la producción.
- Ensayar otras dosis de lixiviados de vermicompost y alternativas orgánicas de producción en el cultivo de algodón.
- Realizar ensayos de cultivo de algodón en otros cantones de la provincia de Manabí.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adhikary, M. 2012. Vermicompost, the story of organic gold: A review. *Agricultura Sciencies*, 3 (7): 905-917. http://dx.doi.org/10.4236/as.2012.37110

Aguilar, C; Alvarado, I; Martínez, F; Galdámez, J. 2016. Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en etapa de vivero. *Siembra*, 3(1), 11-20: https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.211

Alcívar, O. 2015. Respuestas agronómicas del cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) a la aplicación de activadores fisiológicos y abonos de origen orgánico al suelo y follaje. [Tesis de Pregrado] Universidad de Guayaquil. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8646.

Ali, H; Ahmad, M. 2020. Agronomic Efficiency and profitability of cotton on integrated use of phosphorus and plant microbes. *Brazilian Journal of Biology*, 81 (2): 484-494.: https://doi.org/10.1590/1519-6984.232940.

Andrade, J., & González M. 2017. Análisis de la capacidad de producción de algodón en el sector Pedro Carbo y su Factibilidad de exportación. [Tesis depre grado] Universidad de Guayaquil,. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17205/1/TESIS%20PRODUCCION%20DE%20ALGODON%20PEDRO%20CARBO.pdf.

Abreu Cruz, E., Araujo Camacho, E., Rodríguez Jiménez, S., Valdivia Ávila, A., Fuentes Alfonso, L., y Pérez Hernández, Y. 2014. Efecto de la aplicación combinada de fertilizante químico y humus de lombriz en Capsicum annuum. *Revista centro Agrícola* 45 (1): 52-61.

Barragán, E. 2010. Determinación de zonas óptimas para la producción de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en el valle del alto Magdalena por ambiente, rendimiento y calidad de fibra con énfasis en potasio. [Tesis de Doctorado] Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/70399.

Burbano, O; Montes, K; Pastrana, I; Cadena, J. 2017. Introducción y desarrollo de variedades de algodón Upland en el sistema productivo colombiano. *Revista Ciencia y Agricultura*, 10 (5): 29-44. DOI.

Cáceres, R. 2009. Respuesta a la Fertilización orgánica e inorgánica del Algodón. EEA INTA. Argentina. Disponible: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp fertilizacion_organica_inorganica_algodon.pdf.

Cañarte, E; Sotelo, A; Navarrete, J. 2019. Respuesta de la variedad de Algodón BRS-336 a un programa de manejo bajo las condiciones de Manabí-Ecuador. 12° Congresso Brasileiro Do Algodao.

Calero, A; Quintero, E; Peréz, Y; Pardo, Y; Gonzáles, T. 2019. Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado aumentan la producción de pepino *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 22(2), 11-67: https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/1167/1839.

Centro de comercio internacional (UNCTAD/OMC). 2007. Guía del Exportador de Algodón. Ginebra: CCI, 375 Pg.

Céspedes. C. 2005. Agricultura Orgánica: Principios y Prácticas de Producción. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 131.

Chinga, W; Torrez, A; Marmol, L; Chirinos, D. 2020. Efecto de un lixiviado de vermicompost sobre el crecimiento y producción del algodón. *Revista Científica Ecuatoriana*, 7 (2), 1-9: https://doi.org/10.36331/revista.v7i2.130.

Collantes, B. 2015. Estudio de dos tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en dos híbridos comerciales de pimiento (Capsicum annuum L.) en la parte alta de la Cuenca del Rio Guayas. [Trabajo de Pregrado] Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Disponible en: https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/22/1/T-UTEQ-0008.pdf.

Conabio S.F. Algodón (Gossypium hirsutum). México. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20829_sg7.pdf.

Cruz, A; Araujo, E; Rodríguez, S; Valdivia, L; Fuentes, L; Hernández, Y. 2018. Efecto de la aplicación combinada de fertilizante químico y humus de lombriz en Capsicum annuum. Universidad de Matanzas. Centro Agrícola. Cuba. 45 (1): http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000100007.

Domínguez J., Lazcano C., y Gómez M. 2010. Influence of vermicompost on plant growth. Contributions toward the development of an objective concept. Acta zoológica Mexicana. 26 (5). 359-371:

Donoe, K. (2018). Chemical and Microbial Characteristics of Vermicompost Leachate and their Effect on Plant Growth. A thesis submitted to fulfil requirements for the degree of Doctor of Philosophy. The University of Sydney. https://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/handle/2123/18212/donohoe_kd_thesis.pdf;sequence=1.

Doyle, O; King, I; Ohaire, R; Moore, T. 2012. The effect of a peat basad growing medium, with varying fertilizer levels and amended with composted green waste (CGW), on the grow and development of tomato (*Solanum lycopersicum* L.).*ISHS*, 891_9. 93-101: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.891.9.

Escobar, A. 2013. Usos potenciales del humus (Abono orgánico lixiviado y solido) en la empresa de fertilombriz. [Tesis de Pre grado] Corporación Universitaria La Sallista. Disponible en: http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/936/1/USOS_POTENCIALES_HUMUS_ABONO_ORGANICO_LIXIVIADO_SOLIDO_EMPRESA_FERTILOMBRIZ.pdf.

Eguillor, P. 2018. Agricultura orgánica: oportunidades y desafíos. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias –Odepa. Chile. Disponible en: https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/07/agriculturaOrganica2018-1.pdf.

Eyhorn F; Ratter S, Ramakrishanan M. 2005. Organic Cotton Crop Guide. Research Institute of Organic Agriculture (FIBL). *Edition ISBN* 67-2. Disponible en: https://pdfs.semanticscholar.org/beb9/9d13d74951f645e61ebdf52cfae15dbd67ae.pdf.

Figueroa F., Cueto J., Delgado J., Nuñez G., Reta D., Quiroga H., Faz R., Marquez J., 2020. Estiercol de bovino lechero sobre el rendimiento y recuperación de nitrógeno en maíz forrajero. Terra Latinoamericana. 28(4). 361-369. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v28n4/v28n4a8.pdf.

Flores, J & Lita, E. 2011. Efecto de tres niveles de N-P-K y cuatro promotores de crecimiento en el rendimiento de la Stevia rebaudiana. *Revista de Agronomía*. Universidad Central del Ecuador, Pág. 62.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2015. Agricultura Sostenible "Una Herramienta para Fortalecer la Seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe. Disponible en: http://www.fao.org/3/a-i5754s.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2017a. Más que Algodón. Boletín trimestral del proyecto de fortalecimiento del sector algodonero, por medio de la Cooperación Sur-Sur. Disponible en: http://www.fao.org/3/i6987s/i6987s.pdf.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2017b. Agencia Brasileira de Cooperacao – Ministerio das Relacoes Exteriores. El estado de arte del sector algodonero en país del mercosur y asociados. Chile. Disponible en: http://www.fao.org/3/i7314s/i7314s.pdf .

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2018. Estudio Nichos de Mercado del Algodón. Fortalecimiento del sector algodonero por medio de la cooperación Sur-Sur.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2020. Mejora de la Fertilidad del suelo. Organismo Internacional de Energía Atómica. Disponible en: https://www.iaea.org/es/temas/mejora-de-la-fertilidad-del-suelo.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2021.Oficina regional para América Latina y el Caribe. Disponible en: http://www.fao.org/americas/noticias/ver/en/c/1101182/

Héctor. A; Torres, A; Fosado, O; Peñarrieta, S; Solórzano, J; Jarre, V; Medranda, F; Montoya, J. 2020. Influencia de Bioestimulante sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador. Cultivos tropicales, 41 (4). Disponible en: file:///C:/Users/Pc/Downloads/1566-8020-2-PB.pdf

Hinze, L; Hulse, A; Iain, W; Zhu, Q; Llewellyn, D; Taylor, J; Spriggs, A; Fang, D; Ulloa, M; Burke, J; Giband, M; Lacaped, M; Van Deyneze, A; Udall, J; Scheffler, J; Hague, S; Wendell, J; Pepper, A; Frelichowski, J; Lawley, J; Jones, J; Percy, R; Stelly, D. 2017. Diversity analysis of cotton (Gossypium hirsutum L.) germplasm using the CottonSNP63K Array. *BMC Plant Biology*. 17 (37). 2-20: https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n1.2018.7754.

Huerta, Juan. 2015. Forraje verde Hidropónico con Lixiviado de Estiércol de Bovino, Ovino y Equino. [Tesis de Pre grado] Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Disponible en: https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/9013.

Ingham, E. (2005). The compost tea Brewing Manual. Soil Foodweb. Inc., Corvallis, Oregon. 79 Pg.

Kalyankar, A. 2013. Efficient Utilization of Solid Organic Waste through Vermicomposting and its Impact on Growth Parameters of Different Vegetable Crops.: *Journal of environmental Science and Sustainability*. Vol 1. Disponible en: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/v1-i3-p3.pdf.

López, S; León, J; Quijano, C; Gil, R; Rabanal, M. 2019. Caracterización del fruto, semilla y fibra de (Gossypium raimondii Ulbrich) ecotipo algodón silvestre. Universidad Nacional de Trujillo. 21(1). 12-19: https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_art:1219.

Lorente, J. 2006. Biblioteca de la Agricultura. 2da Edición. Editorial Lexus. Barcelona, Es. 167-170 Pg.

Mahmoud, E.K. y M.M. Ibrahim (2012). Effect of vermicompost and its mixtures with water treatment residuals on soil chemical properties and barley growth. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 12 (3). 432-440: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162012005000005.

McCarty, R. 2017. Mejoramiento del Algodón y uso de la diversidad y la Resistencia de planta hospedera. *Revista Mexicana para el sector algodonero*. 34 (1). 35.

Monteiro, Z. 2015. Producción del cultivo de Algodón, bajo condiciones agroecológicas. *Revista Argentina de Agricultura de Mendoza*. 34-35.

Moreno, A. 2005. Origen, importancia y aplicación de vermicompost para el Desarrollo de especies hortícolas y ornamentales. Saltillo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Naranjo, M. 2013. Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost. [Tesis de Pregrado] Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/5310.

Navarro, R; N, Gutiérrez; Piñango H, Alonzo. 2010. Cultivo de algodón en las zonas de Vega Orinico y sus Afluentes. Informe Técnico sobre el cultivo del Algodonero. *Editorial Taller Artes Gráficas del INIA S.A.* Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Luis-Pinango/publication/230676173_Ministerio_del_Poder_Popular_para_la_Agricultura_y_Tierras_Instituto_Nacional_de_Investigaciones_Agricolas/links/0912f502d2880e69d2000000/Ministerio-del-Poder-Popular-para-la-Agricultura-y-Tierras-Instituto-Nacional-de-Investigaciones-Agricolas.pdf.

Nicholls. 2008. Control Biológico de Insectos. Un enfoque agroecológico. Informe Técnico sobre el control de insectos, Antioquia, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.

O´Rya, H.J. y P.M. Riffo. 2007. El compostaje y su utilización en la agricultura. Fundación para la Innovación Agraria. Universidad de las Américas, Santiago de Chile. 36 Pg.

OECD. "Consensus document on the biology of cotton (gossypium spp.)" Organisation for Economic Co-operation and Development. 2008. Vol. 45. París. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/321085406_Consensus_Document_on_the_Biology_of_Cotton_Gossypium_spp.

Pedra, F., A. Polo, A. Ribeiro y H. Domínguez. 2007. Effects of municipal solid waste compost and sewage sludge on mineralization of soil organic matter. *Soil Biology and Biochemistry*. Vol 39. 1375-1382.

Peña, M; Gamboa, L; Castellanos, J. 2018. Manejo nutricional del algodonero. Folleto de divulgación técnica fertilab. Consultado el 20 de agosto del 2020: Disponible en: https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Folleto-Algodon.pdf.

Pérez, J. 2014. Efecto del lixiviado de humus de lombriz sobre indicadores morfológicos en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.). *Editorial Centro Agrícola*. Disponible en: http://cagricola.uclv.edu.cu/index.php/es/volumen-41-2014/numero-4-2014/124-efecto-del-lixiviado-de-humus-de-lombriz-sobre-indicadores-morfologicos-en-el-cultivo-de-la-cebolla-allium-cepa-l.

Ramírez, G; Chávez, G; Mejía, C. 2015. Evaluación de una vermicompost y lixiviados en Solidago x hybrida, y mineralización. Article in Phyton "International Journal of Experimental Botany.

Ramos Agüero, D. and Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35 (4): 52-59.

Rangel, P; Hernández, J; Castruita, M; Pérez, L; Garay, A; Rivera, J; Diéguez, E. 2014. Effect of vermicompost lixiviate on the production of hydroponic. *Terra Latinoamericana*. 32 (4). Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792014000400333.

Reyes, J; Guridi, F; Reynaldo, I; Ruisánchez, Y; Llarrinaga, J; Murillo, B; Ruiz, F; Boicet, T; Ávila, C; Ojeda, C; Morales, Y; Rodriguez, J. 2012. Efectos del humus líquido sobre algunos parámetros agronómicos en el cultivo de Tomate, bajo condiciones de estrés salino. *Editorial Trillas*. Disponible en: http://www.revistaphyton.fund-romuloraggio.org.ar/vol84-2/Ramirez_Gerardo.pdf.

Reyes, P. 2014. El Algodón PIMA PERUANO: cultivo y manejo agronómico. Perú. Universidad Nacional de Piura. http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1139/Libro%20Algodon.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Salazar, E; Trejo, H; López, J; Vásquez, C; Serrato, S; Orona, I; Flores, J. 2010. Efecto residual de estiércol bovino sobre el rendimiento de maíz forrajero y propiedades del suelo. Terra Latinoamericana. 28 (4). 381-390. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v28n4/v28n4a10.pdf.

Shankar, A; Gupta, R; Singh, B. 2019. Establishing indicator leaf and its threshold values for need based nitrogen management using chlorophyll meter and leaf color chart in Bt cotton. *Journal of Plant Nutrition*. 42 (2). 1-16:https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1551492.

Shahrajabian, M.; Sun, W.; Cheng, Q. 2020. Considering White Gold, Cotton, for its Fiber, Seed Oil, Traditional and Modern Health *Benefits. J. BIOL. ENVIRON. SCI*. 14 (40). 25-39: https://www.researchgate.net/publication/342509562_Considering_White_Gold_Cotton_for_its_Fiber_Seed_Oil_Traditional_and_Modern_Health_Benefits.

Suárez, V. 2015. Importancia de la fertilización y lixiviados orgánicos en la producción de los frutos limpios. Madrid, España: *Editorial Aedos*.

Usach, L. S.f. Cultivo del Algodón (*Gossypium hirsutum* L.). México. Disponible en: http://www.aarsp.com/cms/jl25/final/servicios-topmenu/54-Algod%C3%B3n/462-cultivo-de-algodon.html.

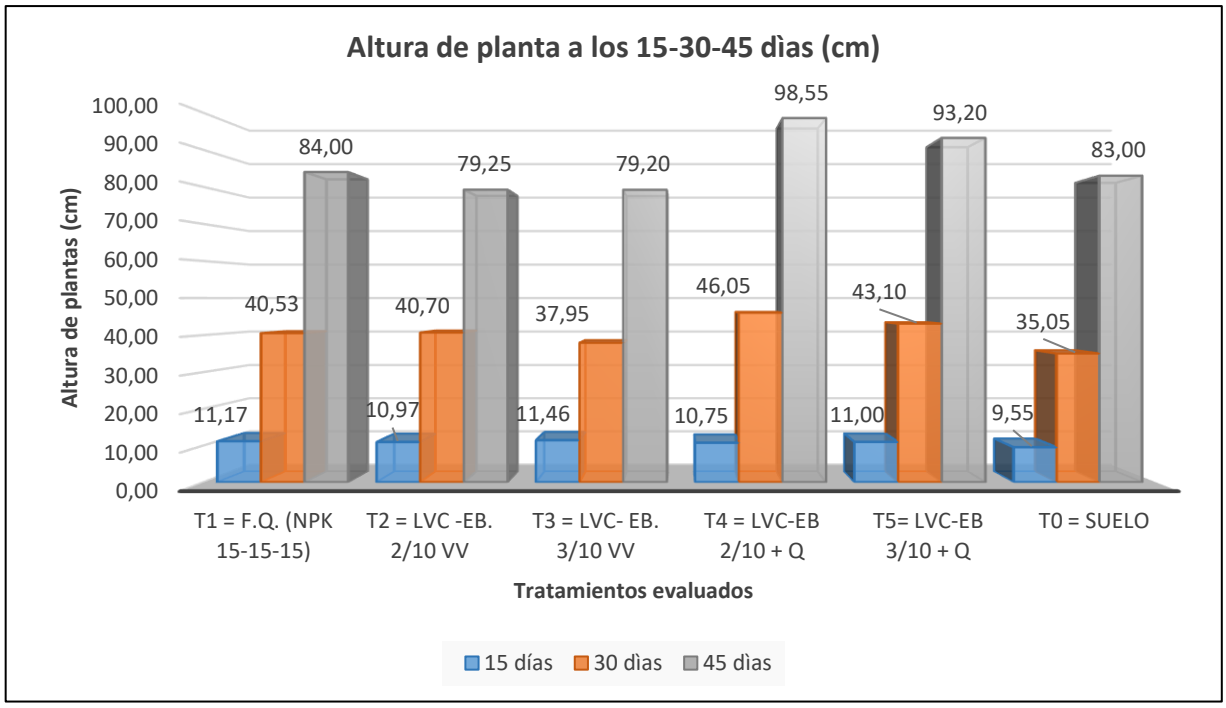
Velasco, L; Gómez, L; García, L; Morales, H. 2016. Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga (*Lactuca sativa* var. Crespa) en cultivo de hidroponía. *Revista de la Selva Andina Biosphera*. 4(2). 71-83. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592016000200004&script=sci_abstract.

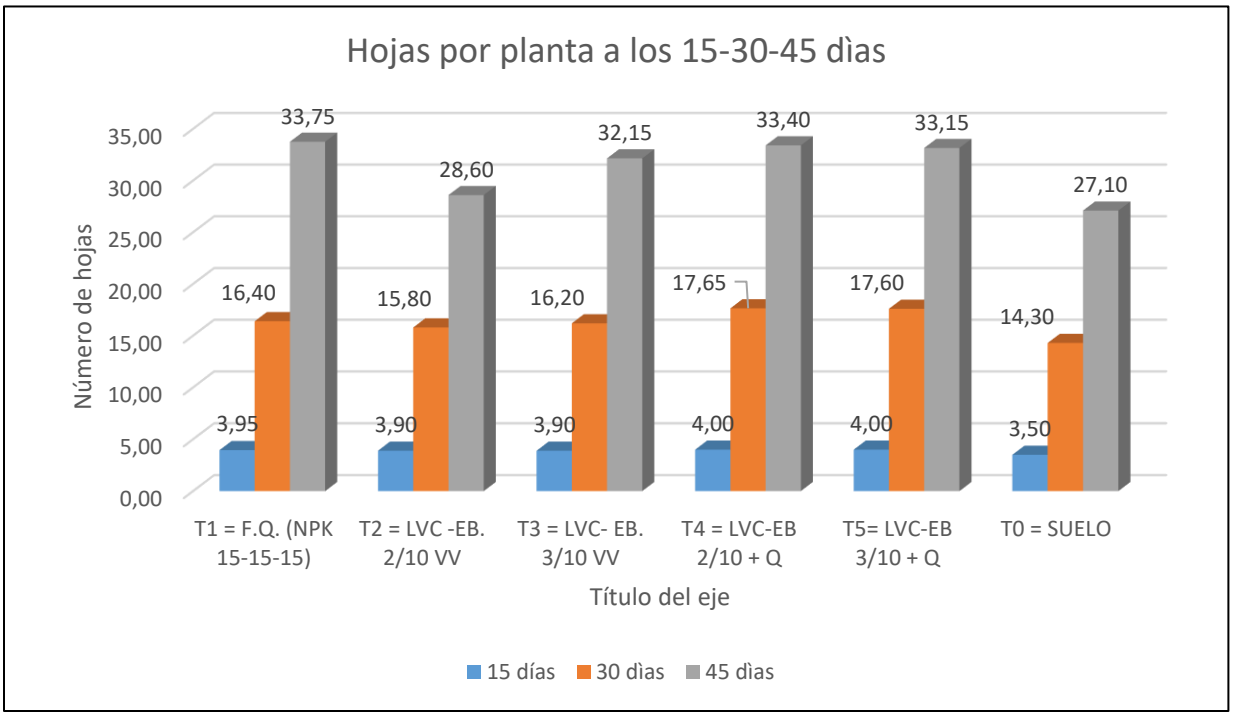
Villegas, C; Gonzáles, B. 2013. Fibras Textiles naturales sustentables y nuevos hábitos de consumo. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*. Universidad Autónoma del Estado de México. Pg. 31-45. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/4779/477947372003.pdf.

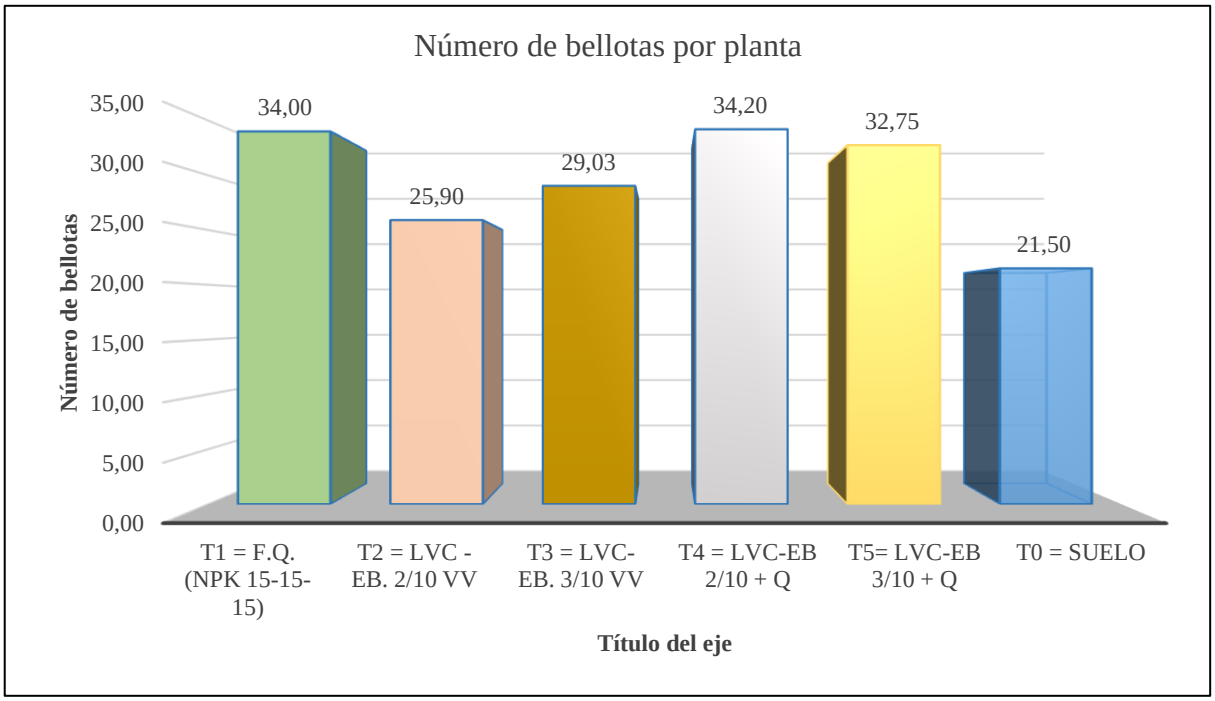
Wegier, A; Alavez, V & Piñero, D. 2016. Cotton: Traditional and Modern Uses. Jardín Botánico-Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. Disponible en: file:///C:/Users/Pc/Downloads/Cotton_Traditional_and_Modern_Uses.pdf.

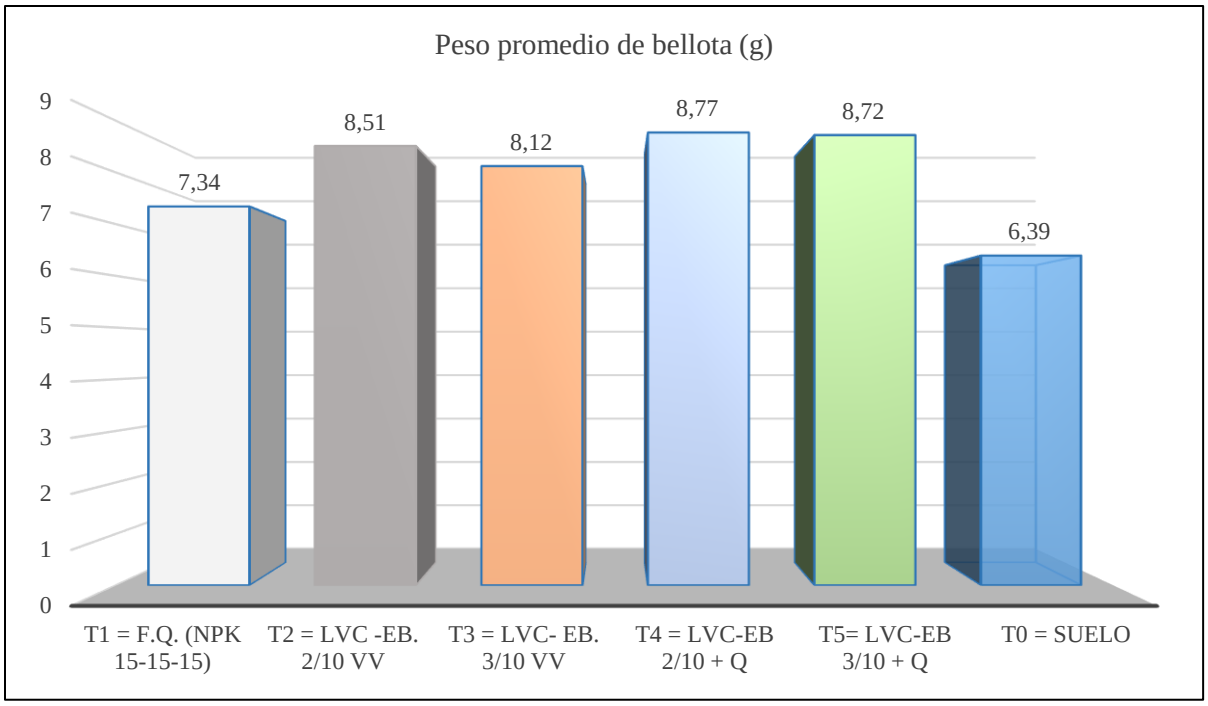
Wendel, J; Brubaker, C; Seelanan, T. 2010 The origin and evolution of gossypium. Physiology of Cotton. Pg. 1-18: https://doi.org/10.1007/978-90-481-3195-2_1.

ANEXOS


Altura de planta a los 15-30-45 dìas (cm)
Altura de plantas (cm)
100,00
90,00
80,00
70,00
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
11,17
40,53
84,00
10,97
40,70
79,25
11,46
37,95
79,20
10,75
46,05
98,55
11,00
43,10
93,20
9,55
35,05
83,00
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)
T2 = LVC -EB. 2/10 VV
T3 = LVC- EB. 3/10 VV
T4 = LVC-EB 2/10 + Q
T5= LVC-EB 3/10 + Q
T0 = SUELO
Tratamientos evaluados
15 días
30 dìas
45 dìas


Hojas por planta a los 15-30-45 dìas
Número de hojas
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
33,75
16,40
3,95
28,60
15,80
3,90
32,15
16,20
3,90
33,40
17,65
4,00
33,15
17,60
4,00
27,10
14,30
3,50
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)
T2 = LVC -EB. 2/10 VV
T3 = LVC- EB. 3/10 VV
T4 = LVC-EB 2/10 + Q
T5= LVC-EB 3/10 + Q
T0 = SUELO
Título del eje
15 días
30 dìas
45 dìas


Número de bellotas por planta
Número de bellotas
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
34,00
25,90
29,03
34,20
32,75
21,50
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)
T2 = LVC - EB. 2/10 VV
T3 = LVC- EB. 3/10 VV
T4 = LVC-EB 2/10 + Q
T5= LVC-EB 3/10 + Q
T0 = SUELO
Título del eje


Peso promedio de bellota (g)
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
7,34
8,51
8,12
8,77
8,72
6,39
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)
T2 = LVC -EB. 2/10 VV
T3 = LVC- EB. 3/10 VV
T4 = LVC-EB 2/10 + Q
T5= LVC-EB 3/10 + Q
T0 = SUELO

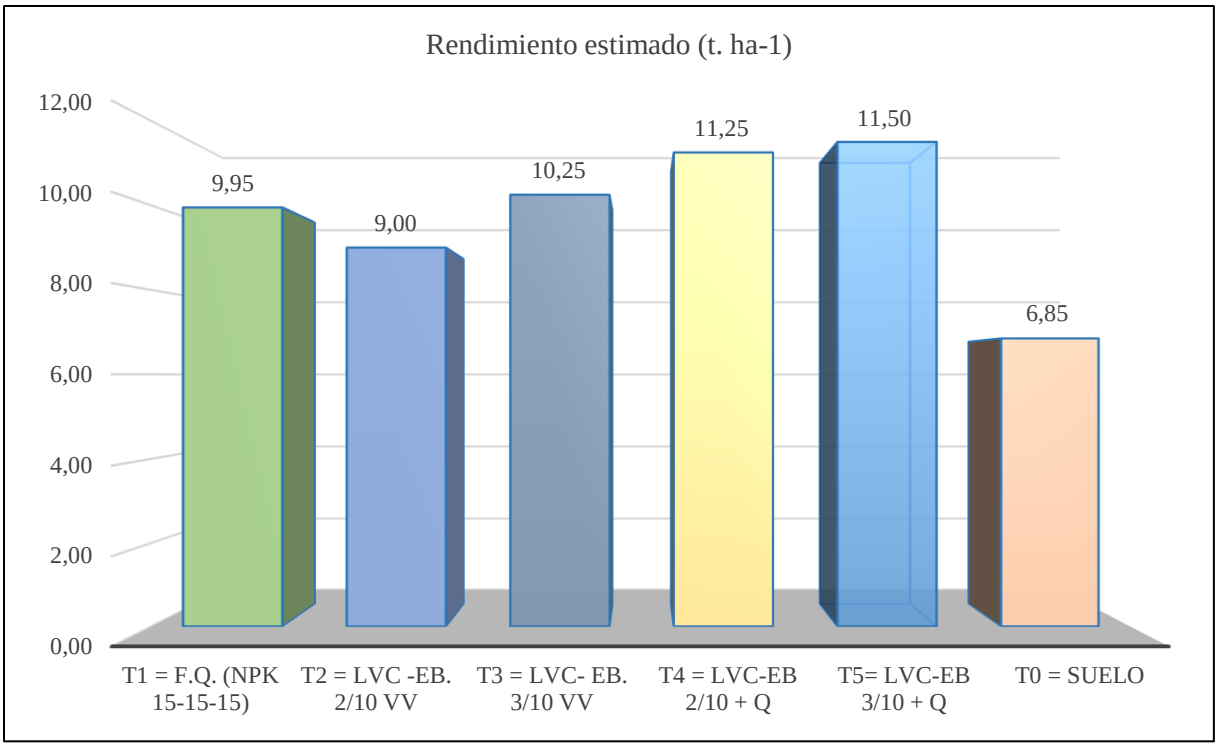

Rendimiento estimado (t. ha-1)
12,00
10,00
8,00
6,00
4,00
2,00
0,00
9,95
9,00
10,25
11,25
11,50
6,85
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)
T2 = LVC -EB. 2/10 VV
T3 = LVC- EB. 3/10 VV
T4 = LVC-EB 2/10 + Q
T5= LVC-EB 3/10 + Q
T0 = SUELO

Tabla 1. Altura promedio de planta a los 15 días (cm)

Tratamientos	I REPT.	II REPT.	III REPT.	IV REPT.	∑	X
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)	11,30	11,00	11,20	11,20	**44,70**	11,17
T2 = LVC -EB. 2/10 VV	11,10	10,60	10,80	11,40	**43,90**	10,97
T3 = LVC- EB. 3/10 VV	11,24	11,40	11,40	11,80	**45,84**	11,46
T4 = LVC-EB 2/10 + Q	10,40	10,40	11,80	10,40	**43,00**	10,75
T5= LVC-EB 3/10 + Q	11,20	10,60	11,00	11,20	**44,00**	11,00
T0 = SUELO	9,80	9,60	9,60	9,20	**38,20**	9,55
	65,04	**63,60**	**65,80**	**65,20**	**259,64**	**10,81**

ADEVA

F. de V.	**G.L.**	**S.C.**	**C.M.**	**F. Cal.**	**0,50%**	**1%**
Total (t x r) -1	23	11,32				
Repeticiones (r-1)	3	0,43	0,14	1,07 NS	2,27	3,29
Tratamiento (t-1)	5	8,84	1,76	13,53**	4,56	5,42
Error (t-1) (r-1)	15	2,05	0,13			

** Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No significativo

Tabla 2. Altura promedio de planta a los 30 días (cm)

Tratamientos	I REPT.	II REPT.	III REPT.	IV REPT.	∑	X
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)	43,00	37,75	48,80	32,60	**162,15**	40,53
T2 = LVC -EB. 2/10 VV	52,60	32,80	46,60	30,80	**162,80**	40,70
T3 = LVC- EB. 3/10 VV	45,00	35,80	32,40	38,60	**151,80**	37,95
T4 = LVC-EB 2/10 + Q	46,40	53,00	49,60	35,20	**184,20**	46,05
T5= LVC-EB 3/10 + Q	53,20	45,40	34,20	39,60	**172,40**	43,10
T0 = SUELO	43,20	27,00	33,20	36,80	**140,20**	35,05
	283,40	**231,75**	**244,80**	**213,60**	**973,55**	**40,56**

ADEVA

F. de V.	**G.L.**	**S.C.**	**C.M.**	**F. Cal.**	**0,50%**	**1%**
Total (t x r) -1	23	1377,85				
Repeticiones (r-1)	3	437,62	145,87	3,39 **	2,27	3,29
Tratamiento (t-1)	5	295,13	59,02	1,37 NS	4,56	5,42
Error (t-1) (r-1)	15	645,10	43,00			

Tabla 3. Altura promedio de planta a los 45 días (cm)

Tratamientos	I REPT.	II REPT.	III REPT.	IV REPT.	∑	X
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)	76,00	103,20	80,80	76,00	**336,00**	84,00
T2 = LVC -EB. 2/10 VV	100,80	61,40	96,60	58,20	**317,00**	79,25
T3 = LVC- EB. 3/10 VV	94,60	71,00	64,00	87,20	**316,80**	79,20
T4 = LVC-EB 2/10 + Q	99,80	109,80	108,80	75,80	**394,20**	98,55
T5= LVC-EB 3/10 + Q	114,00	74,00	78,20	106,60	**372,80**	93,20
T0 = SUELO	99,60	65,60	66,00	100,80	**332,00**	83,00
	584,80	**485,00**	**494,40**	**504,60**	**2068,80**	**86,20**

ADEVA

F. de V.	**G.L.**	**S.C.**	**C.M.**	**F. Cal.**	**0,50%**	**1%**
Total (t x r) -1	23	7029,84				
Repeticiones (r-1)	3	1047,53	349,17	1,10 NS	2,27	3,29
Tratamiento (t-1)	5	1255,62	251,12	0,79 NS	4,56	5,42
Error (t-1) (r-1)	15	4726,69	315,11			

NS No significativo

** Altamente significativo al 1% de probabilidad

NS No significativo

Tabla 4. Numero promedio de hojas a los 15 días

Tratamientos	I REPT.	II REPT.	III REPT.	IV REPT.	∑	X
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)	3,8	4,2	3,8	4,0	**15,80**	3,95
T2 = LVC -EB. 2/10 VV	4,2	3,8	3,6	4,0	**15,60**	3,90
T3 = LVC- EB. 3/10 VV	4,2	3,8	3,6	4,0	**15,60**	3,90
T4 = LVC-EB 2/10 + Q	3,8	4,0	4,2	4,0	**16,00**	4,00
T5= LVC-EB 3/10 + Q	4,0	4,6	3,6	3,8	**16,00**	4,00
T0 = SUELO	3,8	3,4	3,2	3,6	**14,00**	3,50
	23,80	**23,80**	**22,00**	**23,40**	**93,00**	**3,87**

ADEVA

F. de V.	**G.L.**	**S.C.**	**C.M.**	**F. Cal.**	**0,50%**	**1%**
Total (t x r) -1	23	2,07				
Repeticiones (r-1)	3	0,37	0,12	2,00 NS	2,27	3,29
Tratamiento (t-1)	5	0,72	0,14	2,33 NS	4,56	5,42
Error (t-1) (r-1)	15	0,98	0,06			

NS No significativo

Tabla 5. Numero promedio de hojas a los 30 días

Tratamientos	I REPT.	II REPT.	III REPT.	IV REPT.	∑	X
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)	12,20	18,40	17,00	18,00	**65,60**	16,40
T2 = LVC -EB. 2/10 VV	15,60	16,40	16,00	15,20	**63,20**	15,80
T3 = LVC- EB. 3/10 VV	14,00	17,20	16,00	17,60	**64,80**	16,20
T4 = LVC-EB 2/10 + Q	12,60	19,60	21,60	16,80	**70,60**	17,65
T5= LVC-EB 3/10 + Q	18,80	17,20	16,40	18,00	**70,40**	17,60
T0 = SUELO	14,40	12,80	14,00	16,00	**57,20**	14,30
	87,60	**101,60**	**101,00**	**101,60**	**391,80**	**16,32**

ADEVA

F. de V.	**G.L.**	**S.C.**	**C.M.**	**F. Cal.**	**0,50%**	**1%**
Total (t x r) -1	23	118,39				
Repeticiones (r-1)	3	23,85	7,95	1,88 NS	2,27	3,29
Tratamiento (t-1)	5	31,12	6,22	1,47 NS	4,56	5,42
Error (t-1) (r-1)	15	63,42	4,22			

NS No significativo

Tabla 6. Numero promedio de hojas a los 45 días

Tratamientos	I REPT.	II REPT.	III REPT.	IV REPT.	∑	X
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)	34,60	35,60	31,60	33,20	**135,00**	33,75
T2 = LVC -EB. 2/10 VV	31,60	28,40	30,80	23,60	**114,40**	28,60
T3 = LVC- EB. 3/10 VV	37,40	30,80	26,40	34,00	**128,60**	32,15
T4 = LVC-EB 2/10 + Q	35,60	26,80	42,00	29,20	**133,60**	33,40
T5= LVC-EB 3/10 + Q	38,40	29,60	31,60	33,00	**132,60**	33,15
T0 = SUELO	34,60	22,60	21,60	29,60	**108,40**	27,10
	212,20	**173,80**	**184,00**	**182,60**	**752,60**	**31,35**

ADEVA

F. de V.	**G.L.**	**S.C.**	**C.M.**	**F. Cal.**	**0,50%**	**1%**
Total (t x r) -1	23	567,28				
Repeticiones (r-1)	3	138,72	46,24	2,56 NS	2,27	3,29
Tratamiento (t-1)	5	157,87	31,57	1,75 NS	4,56	5,42

Tabla 7. Numero promedio de bellotas por planta

Tratamientos	I REPT.	II REPT.	III REPT.	IV REPT.	∑	X
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)	26,80	33,60	45,00	30,60	**136,00**	34,00
T2 = LVC -EB. 2/10 VV	21,60	21,20	35,40	25,40	**103,60**	25,90
T3 = LVC- EB. 3/10 VV	27,60	29,60	27,92	31,00	**116,12**	29,03
T4 = LVC-EB 2/10 + Q	33,00	33,00	42,60	28,20	**136,80**	34,20
T5= LVC-EB 3/10 + Q	26,20	32,80	38,40	33,60	**131,00**	32,75
T0 = SUELO	21,60	19,20	23,60	21,60	**86,00**	21,50
	156,80	**169,40**	**212,92**	**170,40**	**709,52**	**29,56**

ADEVA

F. de V.	**G.L.**	**S.C.**	**C.M.**	**F. Cal.**	**0,50%**	**1%**
Total (t x r) -1	23	1038,07				
Repeticiones (r-1)	3	299,84	99,94	6,87 **	2,27	3,29
Tratamiento (t-1)	5	520,24	104,04	7,16 **	4,56	5,42
Error (t-1) (r-1)	15	217,99	14,53			
Error (t-l) (r-1)	15	270,99	18,04			

NS No significativo

Tabla 8. Peso promedio de bellotas en gramos

Tratamientos	I REPT.	II REPT.	III REPT.	IV REPT.	∑	X
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)	6,40	5,16	9,10	8,72	**29,38**	7,34
T2 = LVC -EB. 2/10 VV	7,32	9,02	8,78	8,94	**34,06**	8,51
T3 = LVC- EB. 3/10 VV	7,20	8,44	8,16	8,68	**32,48**	8,12
T4 = LVC-EB 2/10 + Q	8,34	9,14	8,60	8,88	**34,96**	8,77
T5= LVC-EB 3/10 + Q	8,50	8,46	9,42	8,50	**34,88**	8,72
T0 = SUELO	5,64	6,14	6,72	7,06	**25,56**	6,39
	43,40	**46,36**	**50,78**	**50,78**	**191,32**	**7,97**

ADEVA

F. de V.	**G.L.**	**S.C.**	**C.M.**	**F. Cal.**	**0,50%**	**1%**
Total (t x r) -1	23	33,48				
Repeticiones (r-1)	3	1,52	0,50	0,52, NS	2,27	3,29
Tratamiento (t-1)	5	17,45	3,49	2,53 NS	4,56	5,42
Error (t-1) (r-1)	15	14,51	0,96			

NS No significativo

Tabla 9. Rendimiento en Ton por arcela

Tratamientos	I REPT.	II REPT.	III REPT.	IV REPT.	∑	X
T1 = F.Q. (NPK 15-15-15)	11,40	10,50	8,00	9,00	**38,90**	9,95
T2 = LVC -EB. 2/10 VV	8,50	9,50	9,00	9,00	**36,00**	9,00
T3 = LVC- EB. 3/10 VV	9,80	9,50	7,80	13,00	**40,10**	10,25
T4 = LVC-EB 2/10 + Q	11,50	12,00	8,50	13,00	**45,00**	11,25
T5= LVC-EB 3/10 + Q	10,60	11,40	12,00	12,00	**46,00**	11,50
T0 = SUELO	7,40	6,00	5,50	8,50	**27,40**	6,85
	59,20	**58,90**	**50,80**	**64,50**	**233,40**	**9,72**

ADEVA

F. de V.	**G.L.**	**S.C.**	**C.M.**	**F. Cal.**	**0,50%**	**1%**
Total (t x r) -1	23	97,11				
Repeticiones (r-1)	3	15,98	5,32	2,74 *	2,27	3,29
Tratamiento (t-1)	5	51,99	10,39	5,35 *	4,56	5,42
Error (t-1) (r-1)	15	29,14	1,94			

REGISTRO FOTOGRÁFICO

Evidencias de trabajo de campo

Siembra de algodón

Plantación 100 % germinado Al

Aplicación química

Aplicación de lixiviados de vermicomp

Medición de altura de planta

Diámetro de tallo y número de hojas

Floración

Cosecha

Producción