UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA

"EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA ORGÁNICA E INORGÁNICA ACOMPAÑADA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL ALGODÓN (*Gossypium Hirsutum*, L.)".

AUTORES

MACÍAS SANTANA RONNY ARTURO

MERA MACÍAS JULIO CÉSAR

DIRECTOR DE TESIS

Ing. ZAMBRANO GAVILANES FREDDY ELI PhD.

REVISOR

Ing. EDISSON WILFRIDO CUENCA CUENCA. PhD.

SANTA ANA – MANABÍ- ECUADOR

2021

DEDICATORIA

Este esfuerzo, compromiso, dedicación y trabajo, se lo dedico a mis padres, y a mis hermanos.

Primeramente, doy gracias a dios, a mis padres Carlin Arturo Macias Tejena y Delia Maribel Santana Pinargote, por todo el esfuerzo que dieron por mí y ser un profesional.

También a mis hermanos Steeven Josué y Tamara Lissette Macías Santana que me brindaron su apoyo moral para llegar a cumplir el objetivo final.

También Doctor Freddy Zambrano Gavilanes director de tesis siempre estar pendiente en el proceso, cabe recalcar a los miembros del campo de las FIAG, siempre apoyaron y también a mis amigos Byron Peñafiel y Gustavo Cevallos nos apoyamos todo y poder culminar cada quien, con su tesis, establecida.

Agradezco a mi compañero de tesis Julio Mera, por siempre confiar en mí y poder hacer las cosas de la mejor manera para poder lograr el objetivo deseado.

Ultimo agradecimiento todas esas personas estuvieron hay apoyándome y cabe decir mi compañero Jorge Fernández, siempre apoyarme en toda la carrera hicimos buenas amistades.

Ronny Arturo Macías Santana.

DEDICATORIA

El presente logro obtenido se lo dedico a DIOS, porque mi devoción y respeto ha servido de guía en mi camino.

A mi esposa Lourdes Vanessa Santana Delgado y a mis hijas Scarleth Nickeyla Mera Santana y Samantha Anahí Mera Santana, por ser esa luz que se enciende cada día, y me inspira a seguir adelante y realizar las metas propuestas, obtenidas y por obtener en unión y apoyo de ellas.

A mis padres Segundo Demetrio Mera Cevallos y María Margarita Macías Mieles, a mis hermanos y hermanas: Yenny Dioselina, Darwin Ángel, Ximena Elizabeth, Bryan Stiven, Segundo Javier y José Damián, y a mis sobrinas y sobrinos porque a pesar de las adversidades que se presentaron en nuestras vidas siempre estuvieron ahí, en todo momento para enseñarme el camino correcto y ser una persona de bien y un aporte para la sociedad.

A mis compañeros y compañeras de trabajo: María Cecilia Fernández, Juliana Cevallos, Narcisa Montero, Alejandro Barcia, Ramón Almeida y a mi amigo el Ing. Jairo Menéndez que siempre estuvieron para darme consejo de seguir adelante en mi proceso de estudio y ayudarme para poder llegar a la meta trazada que con gran esfuerzo, esmero, dedicación y entusiasmo.

Julio César Mera Macías.

AGRADECIMIENTOS

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

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

A nuestro tutor de Titulación Dr. Freddy Eli Zambrano Gavilanes PhD, docente y consejero que estuvo en todo momento con sus oportunas revisiones y correcciones técnicas en nuestro trabajo de campo y transcripción de la presente investigación.

Al Dr. Edisson Wilfrido Cuenca Cuenca PhD, revisor del trabajo de titulación, por estar presto en todo momento para la realización de nuestra investigación.

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

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

Los autores

CERTIFICACIÓN

Ing. ZAMBRANO GAVILANES FREDDY ELI PhD.

CERTIFICO:

Que la tesis de grado titulada "**Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica acompañada de microorganismos eficientes sobre el comportamiento productivo del algodón (*Gossypium hirsutum*, L.)"** es trabajo original de los señores egresados Macías Santana Ronny Arturo y Mera Macías Julio César, el cual fue realizado bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones y reglamentos establecidos en su ejecución.

Ing. Zambrano Gavilanes Freddy Eli. PhD

TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICACIÓN

Ing. EDISSON WILFRIDO CUENCA CUENCA. PhD.

CERTIFICO:

Que he revisado estilo y ortografía del trabajo de titulación **"Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica acompañada de microorganismos eficientes sobre el comportamiento productivo del algodón (*Gossypium hirsutum*, L.)"** elaborados por Macías Santana Ronny Arturo y Mera Macías Julio César, el presente trabajo 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".**

Ing. Edisson Wilfrido Cuenca Cuenca PhD.

REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TEMA

´´Efecto de dos fuentes nitrogenadas orgánica e inorgánica acompañada con microorganismos eficientes sobre el comportamiento productivo del algodón (*Gossypium Hirsutum*, L.)".

TRABAJO DE TITULACIÓN

Sometida a consideración del Tribunal de Seguimiento y Evaluación, legalizada por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

Ing. Mg. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Mg. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Mg. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN

MACÍAS SANTANA RONNY ARTURO y MERA MACÍAS JULIO CÉSAR, declaramos bajo juramento que es de nuestra autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que hemos 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.

Ronny Arturo Macías Santana

EGRESADO

Julio César Mera Macías

EGRESADO

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN 1

2. OBJETIVOS 5

3. MARCO TEORICO 6

3.1. Generalidades del cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum, L.).* 6

3.2. Origen y taxonomía 6

3.3. Morfología. 7

3.4. Ciclo vegetativo y fenología. 8

3.5. Suelo y requerimiento hídrico. 8

3.6. Requerimientos nutricionales. 9

3.7. Fertilización. 11

3.7.1. Fertilización mineral. 12

3.7.2. Fertilización orgánica. 13

3.8. Microorganismos eficientes. 16

3.8.1. Coexistencia y principio biológico de los ME. 18

3.8.2. Beneficios de los ME. 19

3.9. Uso del estiércol de bovino y ME en el cultivo del algodón. 20

3.10. Algodón orgánico, beneficios a los agricultores, incentivos en la agricultura familiar… 20

4. METODOLOGÍA 21

4.2. Material genético. 22

4.3. Obtención y caracterización de la materia orgánica. 22

4.4. Preparación de microorganismos eficientes. 23

4.5. Diseño de la investigación. 23

4.6. Delineamiento experimental. 25

4.7. Hipótesis. 25

4.8. Definición de variables. 26

4.9. Manejo del ensayo. 26

4.9.1. Preparación del suelo. 26

4.9.2. Siembra. 26

4.9.3. Fertilización y regulador de crecimiento. 27

4.9.4. Control de maleza. 27

4.9.5. Control Fitosanitario. 27

A) Control de insectos. 27

B) Control de enfermedades. 27

4.9.6. Cosecha. 28

4.10. Variables evaluadas. 28

4.10.1. Días de la floración. 28

4.10.2. Altura de planta. 28

4.10.3. Diámetro del tallo. 28

4.10.4. Número de bellotas por planta. 28

4.10.5. Diámetro de bellotas. 28

4.10.6. Longitud de bellota. 28

4.10.7. Número de semillas por bellota. 29

4.10.8. Peso de Cápsulas. 29

4.10.9. Peso Fibra. 29

4.10.10. Peso de Semillas. 29

4.10.11. Rendimiento. 29

4.10.12. Absorción nutricional de las hojas de N, P y K. 29

4.11. Definición, selección de la muestra y recolección de los datos. 30

4.11.1. Selección de la muestra. 30

4.11.2. Recolección de datos. 30

4.12. Análisis de datos. 30

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 31

5.1. Efecto de dos fuentes nitrogenadas, orgánica e inorgánica acompañada con (ME) microorganismos eficientes, sobre el comportamiento productivo del algodón (*Gossypium hirsutum* L.)". 31

6. CONCLUSIONES 41

7. RECOMENDACIONES 42

8. BIBLIOGRAFÍA 43

9. ANEXOS 57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Dosificación de los nutrientes para el crecimiento del cultivo del algodón, formulado por Reyes (2014). 11

Cuadro 2. Propiedades físicas y químicas del suelo de la hacienda la Teodomira. 22

Cuadro 3. Caracteres vegetativos y reproductivo de la variedad DP Acala 90 (Méndez *et al*., 1997). 22

Cuadro 4. Concentración nutricional del estiércol de bovino utilizado en este estudio... 23

Cuadro 5. Factores de estudio. 24

Cuadro 6. Evaluación de inicio de floración, altura de planta, diámetro del tallo, numero de semillas, rendimiento, concentración de nitrógeno, fosforo, potasio foliar y peso de capsulas, fibras y semillas. 32

Cuadro 7. Variables del comportamiento productivo del algodón en respuesta a dos fuentes nitrogenadas. 33

Cuadro 8. Variables del comportamiento productivo del algodón en respuesta a cuatro dosis. 35

Cuadro 9. Variables del comportamiento productivo del algodón en respuesta presencia de microrganismos eficientes. 35

Cuadro 10. Variables del comportamiento productivo del algodón en respuesta a la interacción entre fuente y dosis. 37

Cuadro 11. Variables del comportamiento productivo del algodón en respuesta a la interacción entre fuentes y presencia de microrganismos eficientes. 38

Cuadro 12. Variables del comportamiento productivo del algodón en respuesta a la interacción entre dosis y presencia de microrganismos eficientes. 39

Cuadro 13. Variable del comportamiento productivo del algodón en respuesta a la interacción entre fuente x dosis x presencia de microrganismos eficientes. 40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Precipitación pluvial y temperatura del aire máxima y mínimas (T max y T min) durante la siembra (S), floración (F) y cosecha (C) de la parroquia Lodana, cantón Santa Ana, Manabí. 21

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultado de análisis de la concentración de nitrógeno, fosforo y potasio en las hojas del algodón, realizado en la Estación Experimental Tropical "Pichilingue" INIAP. 57

Anexo 2. Resultado de análisis de la concentración de nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio de el estiércol de vaca de la "Teodomira", realizado en la Estación Experimental Tropical "Pichilingue" INIAP. 58

Anexo 3. Cultivo de algodón con sus respectivos rótulos para identificar los tratamientos y bloques y poder determinar las dosis a aplicar. 58

Anexo 4. Llenado de fertilizantes orgánica e inorgánica con sus respectivas dosis de 50, 100, 150 y 200 kg N/ha^{-1}. 59

Anexo 5. Aplicación de fertilización orgánica e inorgánica con sus respectivas dosis de 50, 100, 150 y 200 kg N/ha^{-1}. 59

Anexo 6. Desmalezada del cultivo de algodón con la ayuda de moto guadaña y machete. 60

Anexo 7. Toma de datos: Diámetro y altura de planta. 60

Anexo 8. Toma de datos: Longitud y diámetro de la bellota. 61

Anexo 9. Recolección de bellotas en campo para sus respectivas separaciones y tomar el peso de fibra, semilla y bellota, realizado en el laboratorio de fisiología vegetal. 62

Anexo 10. Cosecha de algodón de acuerdo a su bloques y tratamientos y dosis de aplicación. 63

Anexo 11. Peso de algodón de acuerdo a su bloques y tratamientos y dosis de aplicación. 64

Anexo 12. Cosecha de algodón, llenos en sacos orgánicos donados por la FAO. 65

Anexo 13. Grupo de trabajo con diferentes tesis y variables en el mismo campo de algodón. 65

RESUMEN

El cultivo del Algodón (*Gossypium hirsutum L*.) es una de las plantas domesticadas más importantes para humanidad con más de 400 aplicaciones industriales. El uso de fertilizantes orgánicos es una alternativa para la agricultura de mucha importancia para el mantenimiento de microorganismos del suelo, mejorando la estructura, aireación, movimiento y retención de humedad del suelo y reduciendo la compactación. Así la presente investigación tiene por objetivo evaluar el efecto la fertilización orgánica e inorgánica acompañada con microorganismos eficientes sobre el comportamiento productivo del algodón, en diferentes dosis de nitrógeno. Fueron evaluados 16 tratamientos utilizando el diseño experimental en bloques completamente al azar en arreglo factorial 2x4x2, correspondiendo a dos tipos fuentes nitrogenadas (materia orgánica y urea) por cuatro dosis de nitrógeno de sus fuentes (50, 100, 150, 200 kg de N ha^{-1}) y por aplicación de microrganismos eficientes (ME) (con y sin aplicación). Fueron estudiadas las siguientes variables: días a la floración, altura de planta, diámetro del tallo, número de bellotas por planta, diámetro de bellotas, longitud de bellota, número de semillas por bellota, peso de cápsulas, peso fibra, peso de semillas y rendimiento. La urea provocó mayores efectos sobre las variables productivas estudiadas. La aplicación de microorganismos eficientes favoreció el rendimiento del algodón. Considerando el efecto de la combinación de 150 kg N ha^{-1} con microrganismos eficientes se obtuvo más rendimiento (3805,56 kg ha^{-1}), independiente de sus fuentes.

Palabras claves: microorganismos del suelo, fuentes nitrogenadas, humedad del suelo, dosis, rendimiento.

SUMMARY

The Cotton crop (*Gossypium hirsutum* L.) is one of the most important domesticated plants for humanity with more than 400 industrial applications. The use of organic fertilizers is an alternative for agriculture of great importance for the maintenance of soil microorganisms, improving the structure, aeration, movement and retention of soil moisture and reducing compaction. Thus, the present research aims to evaluate the effect of organic and inorganic fertilization accompanied with efficient microorganisms on the productive behavior of cotton, in different doses of nitrogen. Sixteen treatments were evaluated using the experimental design in completely randomized blocks in a 2x4x2 factorial arrangement, corresponding to two types of nitrogen sources (organic matter and urea) by four doses of nitrogen from their sources (50, 100, 150, 200 kg of N ha^{-1}) and by application of efficient microorganisms (ME) (with and without application). The following variables were studied: days to flowering, plant height, stem diameter, number of bolls per plant, diameter of bolls, length of bolls, number of seeds per bolls, weight of capsules, weight of fiber, weight of seeds and performance. Urea caused greater effects on the productive variables studied. The application of efficient microorganisms favored the cotton yield. Considering the effect of the combination of 150 kg N ha^{-1} with efficient microorganisms, a higher yield was obtained (3805.56 kg ha ha^{-1}), regardless of their sources.

Keywords: soil microorganisms, nitrogen sources, soil moisture, dose, yield.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L) pertenece a la familia Malvaceae, es considerado como el oro blanco, que contribuye significativamente a la economía de los países productores de este cultivo (Bozorov *et al*., 2018). Comercialmente es un cultivo importante y es la planta que a nivel mundial produce más fibra, además es de gran importancia económica y social, ya que su producción y comercialización está destinada para la industria textil, su semilla es rica en aceite el cual contiene del 18 al 24 % siendo utilizado por las industrias para la elaboración de aceite de cocina, también la semilla del algodón contiene alto contenido de proteínas siendo este de 20 a 40%, el cual es una fuente rica de alimento para el ganado (Faghani *et al*., 2019; Li *et al*., 2019).

El algodón tiene sus orígenes en América central y sur de México, es una especie que está ampliamente distribuida a nivel global, se produce en muchas regiones tropicales, sub tropicales y templadas del mundo (Paulino, 2017; Hinze *et al*., 2017). Según Meyer (2020), pronosticó que el área cosechada global del algodón para 2019/2020 es de 34,7 millones de hectáreas y estima que la producción mundial se proyecta en 121,7 millones de fardos, proyectándose un incremento de 2,6% por encima del año 2018/2019, donde los principales productores fueron India, China, Estados Unidos, Brasil, y Paquistán, el cual representan el 78,5% de la producción total.

En ecuador, el cultivo del algodón tuvo un rol importante en el sector agropecuario entre los años 1970 a 1990 como parte de la industria aceitera, no obstante, actualmente se produce para la obtención de fibra, el cual es sembrado principalmente en las provincias de Guayas y Manabí con una superficie de 1800 ha y una producción estimada de 1200 ton de fibras (Chinga *et al*., 2020).

La fertilización es reconocida como una práctica necesaria a fin de elevar rendimientos en los cultivos, mejora la eficiencia de usos de los recursos que brindan el ambiente y corrige deficiencias nutricionales en suelos, asignados a la producción agrícola (Cáceres, 2012).

El cultivo del algodón tiene una alta demanda nutricional y al agua, y muestra alta dependencia al nitrógeno (N), que termina siendo el elemento más crítico y esencial para su desarrollo optimo (Cañarte *et al*., 2020), es por ello que esta especie cultivable requiere

suelos con buena fertilidad. El nitrógeno (N) es considerado el nutriente más importante y requerido en algodón, debido a la alta demanda de extracción de los cultivos en el suelo durante la época de cosecha (Rosa *et al*., 2012; Guimarães *et al*., 2017). Este elemento nutricional es importante en etapas tempranas de desarrollo del cultivo, periodo en la que la absorción es más intensa (Ferreira *et al*., 2018). Este nutriente es un elemento dinámico, lo que implica procesos tales como la inmovilización, la desnitrificación, lixiviación y volatilización (Rigon *et al*., 2011; Sosa *et al*., 2019).

El uso de fertilizantes químicos, especialmente el nitrógeno, eleva los rendimientos de los cultivos, pero, sin embargo, puede disminuir el pH y la comunidad bacteriana del suelo, provocando también la contaminación de las aguas subterráneas, el aislamiento y la aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados que pueden afectar la calidad física de la reducción de la productividad del sistema de suelo (Geisseler y Scow, 2014).

La fertilización con fertilizantes minerales comprende alto costo para los productores del cultivo del algodón, pero en contraste, las plantas fertilizadas con compuestos orgánicos como los estiércoles de procedencia animal, humus de lombriz (*Eisenia foetida*, Savigny, 1826), microorganismos eficientes, cascarilla de arroz, el biol, etc., pueden ser una manera de reducir los costos con fertilización mineral y proporcionar desarrollo, crecimiento y productividad en algodón. Por otra parte, para los pequeños productores es una alternativa para la producción orgánica, que estén libres de productos químicos (Ferreira *et al*., 2018).

El abono orgánico surge como una alternativa beneficiosa, mantiene la fertilidad del suelo y la producción sostenible, además mejora las propiedades físicas del suelo, aumenta la actividad de la biomasa microbiana favoreciendo la eliminación de patógenos, minimizando el riesgo económico para los productores agrícolas, causado por el bajo rendimiento de los cultivos debido a la aparición de enfermedades en el suelo (Mellek *et al*., 2010; Xin *et al*., 2016).

Entre los abonos orgánicos se encuentra el estiércol bovino, siendo uno de los más utilizados en la agricultura orgánica, así lo demuestran López et al. (2014), en el cultivo del algodón variedad DP 0935 BG/RR, en la zona de Comarca Lagunera situada en el norte-centro de México, obtuvieron una producción de 7795,7 kg ha^{-1} en dosis de 80 t ha^{-1}, llegaron a determinar que la aplicación del estiércol de bovino es una opción rentable

para los agricultores y que es importante para mantener y mejorar la estructura del suelo y facilitar la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Los microorganismos eficientes (ME), son un complemento adicional a la fertilización de los cultivos para mejorar principalmente la actividad microbiana del suelo. Los ME consisten en cultivos mixtos de microrganismos benéficos de origen natural aplicados como inoculantes para aumentar la diversidad microbiana del suelo, que a su vez mejoran la calidad del suelo y por tal el crecimiento y calidad de los cultivos. Cuando se usa correctamente los ME, se ha demostrado que mejora los beneficios en las prácticas y manejos de los cultivos (Hussain *et al*., 1999).

La gestión de los nutrientes agrícolas para proporcionar un suministro de alimentos seguro y protegido al medio ambiente sigue siendo uno de los inmensos retos en la actualidad, la absorción de nutrientes de los cultivos es uno de los principales factores que determinan las prácticas de fertilización óptimas, por lo tanto, es muy importante aplicar fertilizantes de una manera eficiente para minimizar las pérdidas y para mejorar la eficiencia del uso de nutrientes (Yousaf *et al*., 2017).

Adecuadas dosis de nitrógeno aumentan la productividad y proporcionan una adecuada longitud de fibra, es esencial para el crecimiento, floración y producción del algodón (Rosa *et al*., 2012).

El presente trabajo basa su importancia en la aplicación de fertilizantes orgánicos y la aplicación de microorganismos eficientes, los mismos que tienden a mejorar la textura y estructura de los suelos favoreciendo en gran parte la fauna microbiana. En la actualidad los costos de producción del cultivo de algodón se han incrementado en una forma exagerada, por lo que los productores tienen en muchos casos un escaso margen de utilidades, haciendo que el cultivo sea poco atractivo, por lo que es necesario buscar la forma de obtener mayores ganancias, sin que para esto se incrementen los costos de producción.

Unos de los problemas es que los agricultores no determinan una aplicación de fertilizantes óptima para los cultivos, por lo cual se vuelve una actividad urgente desarrollar trabajos relacionados a la evaluación de los efectos y dosis de fertilizantes que induzcan el mejor rendimiento en el crecimiento, desarrollo y la economía en el sector agropecuario, por lo tanto, la presente propuesta de investigación se fundamenta y se justifica.

El presente trabajo de investigación se basará en un estudio del efecto de dos fuentes nitrogenadas con microorganismos eficientes y diferentes dosis de nitrógeno en el cultivo del algodón, con el propósito de incrementar la producción y hacer más atractivo la siembra de este cultivo que ha dejado de ser de importante en la provincia de Manabí.

¿Es posible que con la aplicación de dos fuentes nitrogenadas a partir de materia orgánica y urea en diferentes dosis de nitrógeno y la combinación de Microrganismos eficientes se podrán obtener rendimientos iguales o superiores en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.)?

2. OBJETIVOS

General

Evaluar el efecto la fertilización orgánica e inorgánica acompañada con microorganismos eficientes sobre el comportamiento productivo del algodón (*Gossypium hirsutum* L.), en diferentes dosis de nitrógeno.

Específicos

- Evaluar el comportamiento productivo del algodón en respuesta a la aplicación de materia orgánica y urea en diferentes dosis.

- Determinar el efecto de Microrganismos Eficientes en combinación con materia orgánica o urea sobre el desarrollo productivo del algodón.

- Determinar el contenido de absorción nutricional en la parte foliar del algodón en respuestas a la aplicación de materia orgánica y urea en diferentes dosis combinadas o no con Microrganismos Eficientes.

3. MARCO TEORICO

3.1. Generalidades del cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum, L.)*.

El algodón (*Gossypium hirsutum*), es la principal fuente de fibra de origen natural a nivel mundial y es uno de los cultivos que más enriquece a la población rural, por la alta mano demandada en todo el proceso industrial de fibra, como la producción, desmotación de tejidos, confección y distribución (Peláez, 2018). El cultivo del algodón pertenece a la tribu Gossypieae, una tribu taxonómicamente que incluye nueve géneros (*Kokia*, Deg), (*Hampea*, Schltdl), (*Cienfuegosia*, Cav), (*Lebronnecia*, Fosberg), (*Cephalohibiscus*, Ulbr), (Thespesia, Sol. ex Corrêa), (*Gossypioides*, Skovst. ex J.B. Hutch), (*Thepparatia*, Phuph), (*Gossypium*, Linneo, 1753), siendo este último genero el que más especies registra y el más importante por su destino comercial (Wendel y Grover, 2015).

El género *Gossypium*, incluye cerca de 50 especies, de las cuales cuatro son cultivadas para la obtención de fibras, mencionando entre ellas a (*G. raimondii*, Ulbrich), (*G. herbaceum*, Linneo, 1753) (diploides: 2n=2x=26); (*G barbadense*, Linneo, 1753), (*G. hirsutum*, Linneo, 1763) (tetraploides 2n=2x=52), mientras que las otras 46 especies están distribuidas a través del trópico y sub trópico en forma silvestres (Wendel *et al*., 2010; Rojas *et al*., 2014).

3.2. Origen y taxonomía

El algodón es una especie alotetraploide, es la más extendida en el mundo y a la vez la principal fuente de fibras naturales (Burbano *et al*., 2017). Esta especie se conoce como upland, cuya alta productividad de campo ha hecho que represente más del 90% de la producción de algodón en todo el mundo, tiene su origen en América central y del sur de México, donde se dispersa desde América hasta el Pacifico Occidental (Li *et al*., 2015).

La clasificación taxonómica del cultivo del algodón según Fryxel (1979), es la siguiente:

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Malvales.

Familia: Malvaceae.

Género: Gossypium.

Especies: *hirsutum; barbadense; arboreum; raimondii*.

3.3. Morfología.

Gossypium hirsutum, es un arbusto, perenne, que crece aproximadamente de 1 a 5 metros de longitud (Arias, 2014).

Presenta una raíz axinomorfa o pivotante, con raíces secundarias más o menos horizontal, que se ramifican consecutivamente hasta llegar a los pelos absorbentes, las raíces en suelos profundos y con un buen drenaje pueden llegar a medir hasta más de 2 metros de profundidad (Martínez, 2011).

El tallo es recto, con ramificación regular, crecimiento monopodial, integrado por nudos y entrenudos, de un nudo se desarrolla una hoja y en la base del peciolo emergen dos yemas, una vegetativa (monopódico) y otra fructífera (simpódico) (Hernández, 2013).

Las hojas son pecioladas, de una coloración verde intenso, grandes con los márgenes lobulados, tienen de tres a cinco nervaduras (Retes *et al*., 2015).

Las flores son dialipétalas, grandes, solitarias y penduladas, perfectas el cual presentan estructuras reproductivas femeninas y masculinas, de coloración blancas – amarillentas con 4 brácteas y estambres numerosos que envuelven al pistilo, es una planta autógama, aunque algunas flores abren antes de la fecundación, produciéndose semillas híbridas. (Retes *et al*., 2015; Torrez, 2017).

El fruto es una cápsula con tres a cinco carpelos, que tiene seis a diez semillas cada uno. Las células epidérmicas de las semillas constituyen la fibra llamada algodón. Es de coloración verde durante su desarrollo y obscuro en el proceso de maduración. Después de la maduración del fruto se produce la dehiscencia, abriéndose la cápsula (Duarte, 2011; Torrez, 2017).

3.4. Ciclo vegetativo y fenología.

El algodón posee un ciclo vegetativo de 150 días que comprende tres etapas o fases de crecimiento que son 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 y desarrollo del fruto y la fase de maduración que va desde la apertura de las cápsulas, hasta que las fibras se noten plenamente (López y Gil, 2017).

La madurez reproductiva se alcanza aproximadamente 4 a 5 semanas después de la siembra, con la formación de yemas florales, típicamente, transcurren aproximadamente 25 días entre la aparición inicial de las carterillas y la antesis (apertura de flor) (Peláez, 2018).

El algodón morfológicamente es una especie indeterminada, la tasa de muchos procesos fenológicos tales como la germinación, desarrollo de las plantas y floración e fructificación es controlada por la temperatura (Luo *et al*., 2014); cuando las temperaturas son altas afectan la productividad de la planta debido a una mayor evapotranspiración, acortándose el ciclo vegetativo, por otro lado, la disminución del a temperatura puede incrementar y prolongar el ciclo vegetativo (Hatfield y Prueger, 2015; López y Gil, 2017).

La tasa de crecimiento y desarrollo depende en gran medida de diversos factores tales como la temperatura, humedad relativa y déficit hídrico, el cual representan más del 90% de la variación total en el rendimiento de fibra y semillas (Adare *et al*., 2016).

Promedios diarios de temperaturas, juegan un papel importante en determinar la fecha más temprana de siembra, en definir la duración de la temporada, el cual puede en rendimiento influir el potencial y la calidad de la fibra del algodón (Luo *et al*., 2014).

Según Retes et al. (2015), mencionan que la germinación de la semilla se produce cuando se alcanza una temperatura superior a los 14°C, siendo el óptimo 20°C, mientras que para la floración la temperatura optima de promedio debe ser entre 20 – 30° C, y para la maduración de la cápsula se necesita una temperatura de 27 a 30° C.

3.5. Suelo y requerimiento hídrico.

Los suelos más apropiados para el cultivo del algodón son francos – arcilloso; franco - limoso, profundos, retentivos, con un buen drenaje, buena provisión de materia orgánica

y sin problema de salinidad, los suelos arenosos no son propicios para el crecimiento, el pH optimo del suelo varía entre 5 – 6,5 y 7,5 (INIA, 2014).

El algodón es un cultivo exigente en agua, pues la planta tiene mucha cantidad de hojas provistas de estomas, por lo que se transpira cuando hay un exceso de calor, por lo cual el riego debe de aplicarse durante todo el desarrollo de la planta (Retes *et al*., 2015).

El número de riego y la cantidad de agua en cada riego en el cultivo del algodón va a depender exclusivamente de cada uno de los estados de desarrollo de la planta y de las condiciones edafoclimáticos, como la textura del suelo y la evapotranspiración. Según Reyes (2014), las necesidades de agua del cultivo del algodón varia entren 700 a 1300 mm (7000-13000 m3/ha). Al inicio del periodo vegetativo la cantidad de agua debe ser menor del 10% del total (2 mm/día), pero en el periodo de floración son máximas y representan entre el 50 y 60% del total (hasta 8 mm/día en la máxima floración y formación de las capsulas).

3.6. Requerimientos nutricionales.

Para conocer las necesidades de nutrientes en las plantas y disponer de una correcta aplicación, 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) (Reyes, 2014).

Entre los elementos que son más esenciales en el cultivo del algodón y se encuentran los macronutrientes como el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K), los cuales estos se requieren en grandes cantidades para un buen desarrollo del cultivo (Peña *et al*., 2018; Cabos *et al*., 2019).

El nitrógeno es el elemento más importante para las plantas de algodón, debido a su papel clave en la producción de clorofila que es fundamental para el proceso de la fotosíntesis (Shankar *et al*., 2019).

Este nutriente promueve el crecimiento vegetativo y es importante en el desarrollo de las plantas, además incrementa el número de flores y capullos y aumenta el tamaño de las bellotas debido a un incremento en el peso individual de las semillas, junto con el potasio determinan la calidad de las fibras (Scarpín *et al*., 2016).

El fósforo es muy importante en la producción del algodón después del nitrógeno, este elemento estimula y fortalece el sistema radicular de las plantas (Iqbal *et al*., 2020), además es un elemento esencial en el ácido nucleico y constituyente de los fosfolípidos en la membrana celular, también es crucial para la transferencia de energía celular mediante la fosforilación y desfosforilación de proteínas (Ali y Ahmad, 2020).

En el cultivo del algodón el fósforo es esencial para la división celular y tiene un efecto estimulante sobre el número de yemas florales y cápsulas por plantas (Saleem *et al*., 2010), también es esencial para la fotosíntesis, respiración y la formación de semillas y fibras (Reyes, 2014).

El potasio, es un macronutriente vital para el desarrollo y crecimiento del cultivo del algodón, es esencial para mucho de los sistemas enzimáticos y desempeña un papel vital en la reducción de la incidencia y gravedad de enfermedades de marchitamiento (Hussain *et al*., 2020). Este elemento es importante para la calidad de la fibra, además estimula la floración (Barragán, 2010), y está asociado al trasporte y producción de almidón, es fundamental en el contenido de materia seca y es considerado un nutriente requerido en grandes cantidades por la planta (Broetto *et al*., 2013).

La deficiencia de potasio en plantas de algodón puede disminuir el rendimiento y reducir la calidad de la fibra al disminuir la expansión del área foliar y la capacidad de asimilación de CO2 (Hussain *et al*., 2020).

En concordancia a los requerimientos nutricionales de la planta, el 50% de sus necesidades en elementos minerales deben quedar satisfechas antes de los 60 días (Reyes, 2014). Los requerimientos del cultivo del algodón se detallan en el (Cuadro 1).

Cuadro 1. Dosificación de los nutrientes para el crecimiento del cultivo del algodón, formulado por Reyes (2014).

Cantidad de nutrientes en Kg ha^{-1}						
Fertilizante/ producto comercial	**Bolsas (50 kg)**	**Nitrógeno (N)**	**Fosforo (P_2O_5)**	**Potasio (K_2O)**	**Azufre (S)**	**Época de aplicación**
Primera fertilización						
Urea	2	46	--	--	--	A la Siembra o posterior a la siembra
Sulfato de amonio	1	10,5	--	--	12	
Fosfato diamónico	4	36	92	--	--	
Sulfato de potasio	6	--	--	150	54	
Sub total		92,5	92	150	66	
Segunda fertilización						
Nitrato de amonio	5	82,5	--	--	--	Al Inicio a la floración
Sulfato de amonio	5	52,5	--	--	60	
Sub total		77,0	--	--	60	
Total		227,5	92	150	126	

3.7. Fertilización.

El crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos se deriva entre otros aspectos de un programa adecuado y óptimo de fertilización, por medio de esta práctica se busca corregir y prevenir las deficiencias nutricionales de las plantas, contribuir con la calidad de las cosechas y sostener la fertilidad del suelo, con el fin de que las plantas puedan nutrirse en el momento que lo necesiten, la eficiencia de esta labor depende de la oportunidad con la que se realice, de las características del suelo y las condiciones climáticas incidentes en los sistemas de producción (González y Sadeghian, 2020).

Los fertilizantes son materiales que contienen nutrientes para las plantas y que son agregados generalmente al suelo, el agua o aspersiones foliares, ejerciendo diversos efectos favorables sobre la planta, como incremento y producción de los cultivos, mejorando la calidad de la cosecha, la restitución de la fertilidad entre otros. Los fertilizantes se encuentran entre los principales insumos utilizados en la agricultura, debido al impacto que tienen sobre la producción (Molina, 2003).

3.7.1. Fertilización mineral.

Las sustancias químicas o sus productos de degradación, siempre tiene un impacto en menor o mayor grado en el ambiente (Reyes *et al*., 2014).

Los fertilizantes minerales tienen un efecto significativo en la producción de los cultivos, y son un componente indispensable de la agricultura (Khaliq *et al*., 2006), este tipo de fertilizantes, especialmente el nitrógeno, ha sido un importante contribuyente al aumento en el rendimiento de los cultivos desde la década de 1950 (Geisseler y Scow, 2014). Las aplicaciones en exceso del mismo pueden contaminar la microfauna benéfica que encuentra en el suelo, las aguas subterráneas y el medio ambiente. Estudio realizado por Allison y Martiny (2008), encontraron que el 84% de la composición de la comunidad microbiana es sensible a Nitrógeno (N); Fósforo (P) y Potasio (K). otro punto importante es que los fertilizantes minerales generan un costo en el cultivo del algodón y en otras especies cultivables para los productores agrícolas (Ferreira *et al*., 2018).

El nitrógeno, es el nutriente más crítico en un programa de fertilización, en virtud que es esencial para un desarrollo óptimo del cultivo, pero hay que evitar excesos que puedan ocasionar serios problemas de manejo de cultivo y perdidas en la producción. El exceso de fertilización produce plantas con gran crecimiento vegetativo, sin que este se refleje en el rendimiento, además de que se incrementan las probabilidades de que se pierda el nitrógeno en el sistema suelo – planta, la dosis óptima de nitrógeno está determinada por muchos factores ambientales como clima, tipo de suelo, cultivar, fertilidad residual, humedad disponible y plagas (Palomo *et al*., 2004).

Orozco et al. (2008), enfatizan que dosis altas de nitrógeno impactan negativamente el medio ambiente, ya que aumenta la contaminación de aire, suelo, planta y aguas subterráneas. La contaminación del aire es producto de la volatilización del nitrógeno en forma de óxido nitroso, el cual destruye la capa de ozono en la estratosfera, creando agujeros de ozono.

La aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados en el cultivo del algodón es una amenaza potencial para el medio ambiente, así mismo, conduce a un aumento de los costos de producción en los cultivos (Shankar *et al*., 2019).

Otro de los problemas es la deficiencia, el cual puede estar relacionada con un retraso en el crecimiento, ya que la deficiencia de este elemento causa una menor producción de clorofila y disminuye la fotosíntesis (Pettigrew, 2016), una deficiencia en el área foliar se comienza a notar en las hojas más viejas, el cual se vuelven uniformemente verde pálido, amarillo pálido, luego se vuelven amarillenta y desarrollan un área y necrosis marrón, con frecuencia en regiones interveinales, finalmente todas las hojas se vuelven de color marrón pálido, mueren y se caen (Xiao y Yin, 2019).

Las plantas deficientes de nitrógenos se caracterizan por tener una altura atrofiada, peciolos acortados y tallos delgados, todas las plantas presentan un aspecto verde claro, se desarrolla una pigmentación roja brillante en las partes inferior del tallo (Kumar y Sharma, 2013) citado por (Xiao y Yin, 2019).

Si no se corrige la deficiencia del nitrógeno en algodón puede afectar el rendimiento y las propiedades de la calidad de las fibras. Los rendimientos más altos de fibras debido al aumento de la absorción de N en la planta se atribuyen principalmente al aumento del número de cápsulas (Kawakami *et al*., 2012).

El ciclo del nitrógeno es sumamente dinámico y complejo, sobre todo por procesos microbiológicos responsables de la mineralización, fijación y desnitrificación (Muñoz *et al*., 2011), con múltiples transformaciones y movilidad en el sistema suelo-planta. Los fertilizantes nitrogenados aplicados al suelo sufren una serie de transformaciones químicas y microbianas que pueden resultar en la pérdida del mismo (Vitti *et al*., 2007).

Las mayores pérdidas de nitrógeno del suelo se deben a la remoción por cosechas, a la volatilización y a la lixiviación (Morales *et al*., 2019).

Dentro de la fertilización en el cultivo del algodón, la urea es la fuente de nitrógeno más utilizada en la agricultura mundial (Rodríguez, 2011).

3.7.2. Fertilización orgánica.

Un fertilizante orgánico es un producto de procedencia de materiales de origen vegetal o animal, con los fertilizantes orgánicos se han logrado resultados positivos en la calidad de los productos cultivados, producción de biomasa y en el rendimiento (Cruz *et al*., 2017).

El abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrientes al suelo y por lo tanto a las plantas que crecen en él (Ramos y Terry, 2014); es un tipo de fertilizante que se produce a partir de plantas, animales u hongos. Distinto es el caso de los abonos inorgánicos, que se derivan de actividades mineras o de combustibles fósiles y requieren de un proceso industrial para su fabricación.

Los fertilizantes orgánicos son una alternativa para reducir la entrada de fertilizantes inorgánicos y así poder reducir los costos de producción, mantener los rendimientos y la sostenibilidad del sistema de producción (Ferreira *et al*., 2018). Son de crucial importancia para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola debido a sus funciones, como sustrato o medio de cultivo, cobertura o mulch, manteniendo los niveles originales de la materia orgánica del suelo y complementando o remplazando a los fertilizantes de síntesis inorgánica (Monsalve, 2010).

Los abonos orgánicos son importantes para el mantenimiento de los microorganismos presentes en el suelo, promoviendo una mejor estructura, reduciendo su comprensibilidad y mejorando su aireación, movimiento y la retención de humedad (Beltrão *et al*., 2010).

Entre los tipos de abonos orgánicos encontramos el vermicompost, que 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. Otro tipo de abono orgánico es el bocashi, obtenido de un proceso controlado de fermentación aeróbica de residuos orgánicos, a través de microorganismos quimioorganotróficos presentes en los residuos, el cual ejerce una acción positiva sobre el mejoramiento de la fertilidad del suelo, ya sea física, química o biológica (Aguilar *et al*., 2016).

Y por último tenemos el compost, el cual es un proceso aeróbico de transformación de residuos orgánicos, animales y vegetales, que ocurren constantemente en la naturaleza bajo la acción microorganismos edáficos que son descomponedores de la materia orgánica (Fortis *et al*., 2009). Entre los diferentes residuos de animales que son utilizado para la elaboración del compost tenemos el excremento de ganados, porcinos, gallinas,

caballo, oveja, entre otros, siendo el de ganado uno de los más utilizados a nivel mundial para la elaboración de compost de bovino (Vargas *et al*., 2019).

El uso de estiércol como fertilizante es una de las prácticas más antiguas utilizadas en la agricultura por el hombre (Acevedo *et al*., 2017).

El estiércol formado por excremento del ganado es uno de los abonos orgánicos más importantes (Pantoja, 2014); ya que esta mejora y mantienen la fertilidad del suelo, al tener efectos benéficos en las propiedades físicas, biológicas y quimias del suelo (Salazar *et al*., 2010).

El estiércol de bovino aparte tener un efecto beneficio en el suelo, proporciona un suministro básico de nutrientes para los cultivos en especial para el algodón (Eyhorn *et al*., 2005). Y 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).

La composición de macro y micronutrientes del estiércol de bovino no siempre es la misma y esta varía dependiendo de la genética, la especie y la edad del animal, de su alimentación, del medio donde se acumulan y se recogen el excremento de los animales y también varía según la disposición del estercolero (Cordero, 2013; Pantoja, 2014; Eckhardt *et al*., 2018).

El nitrógeno del estiércol se encuentra principalmente bajo forma orgánica y el proceso de mineralización realizado por los microorganismos determina su efectividad como fuente de nitrógeno disponible, La relación C: N es uno de los principales factores que afectan la tasa de mineralización del estiércol (Barreros, 2017).

El manejo del estiércol durante el almacenamiento tiene enormes efectos en su calidad, en particular se pueden perder elementos nutricionales importantes como el nitrógeno, así también se pueden perder otros nutrientes como el fósforo y el potasio, es por ello que se deben adoptar ciertas medidas. Por la noche el ganado debe mantenerse en un sitio cubierto o en lugares con suficientes materiales de cama como paja de maíz, de avena o sorgo, tallos de algodón, mazorca vacía de maíz, otra de las medidas es que el estiércol no debe mojarse ni secarse demasiado, durante el almacenamiento los montones de estiércoles deben de protegerse de la lluvia y del sol (Eyhorn *et al*., 2005).

Según Cordero (2013), la composición del estiércol de bovino está conformado por 70 % de materia orgánica; 1.84% de nitrógeno; 0.6% de fósforo; 2.50% de potasio; 3.20% de calcio; 0.8 de magnesio; 1.6 de sodio; relación carbono/nitrógeno 26.

La dosis optima a aplicar el estiércol de bovino al suelo depende de la composición química del estiércol, de la disponibilidad de nutrientes del suelo, del crecimiento del cultivo y las condiciones ambientales (Eghball *et al*., 2002) citado por (Del Pino *et al*., 2007).

3.8. Microorganismos eficientes.

Los microorganismos eficientes (ME) (del inglés Efficient Microorganism), son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales y fisiológicamente compatibles unos con otros, que degradan los azúcares presentes en los residuos de las producciones agroindustriales como fuente de su alimentación y solubilizan calcio y fosfatos. (Gutiérrez *et al*., 2012; Toalombo, 2012).

Los ME, agrupan una gran diversidad microbiana entre las cuales se encuentran bacterias ácidas lácticas, bacterias fototróficas, levadura, en medio ácido de pH por debajo de 3.5, esta mezcla se enriquece naturalmente con otras especies, como los actinomicetos y hongos fermentadores (Morocho y Mora, 2019).

Las bacterias acidas lácticas (BAL) son un grupo de microrganismo Gram positivo de formar bacilar o cocoide, están representada con varios géneros con características morfológicas, fisiológicas y metabólicas en común (Ramírez *et al*., 2011). Tienen las características de producir ácido láctico y otros compuestos como acetato, etanol, CO_2, succionato a partir de carbohidratos fermentados (Vásquez *et al*., 2009).

Este grupo de bacterias incluye géneros como (*Bifidobacterium*, Orla-Jensen 1924), (*Lactococcus*, Schleifer, 1986), (*Pediococcus*, Claussen, 1903), *(Enterococcus*, Thiercelin y Jouhaud 1903), (*Streptococcus*) entre otros que pueden ser aisladas a partir de alimentos fermentados, masas acidas, bebidas, plantas, etc (Parra, 2010; Amorocho, 2011; García, 2020).

Las Bacterias fototróficas, son un grupo de microorganismos representados fundamentalmente por las especies (*Rhodopseudomonas palustris*, Molisch, 1907) y (*Rhodobacter sphaeroides*, van Niel, 1944), microorganismos autótrofos facultativos.

Este grupo utiliza como fuente de carbono moléculas orgánicas producidas por los exudados de las raíces de las plantas y como fuente de energía utilizan la luz solar y la energía calórica del suelo (Morocho y Mora, 2019).

Las bacterias fototróficas sintetizan sustancias como aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azucares a partir de las secreciones de las raíces y la materia orgánica, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas (Feijoo y Mesa, 2016; García, 2019).

Se han utilizado ampliamente en la agricultura para promover el crecimiento de las plantas y mejorar la calidad de los cultivos (Su *et al*., 2017).

Las levaduras son organismos eucarióticos con gran diversidad respecto a su tamaño, forma y color, son consideras hongos unicelulares y generalmente sus células son ovaladas, también pueden encontrarse en forma esféricas, cilíndrica o elíptica (Suárez *et al*., 2016).

Las levaduras son un grupo microbiano presente en la preparación de los ME, capaces de utilizar diversas fuentes de carbono como la glucosa, sacarosa, fructosa galactosa, maltosa, suero hidrolizado y alcohol, y de energía. Varias especies del género (*Saccharomyces*), conforman esta comunidad microbiana, aunque prevalece las especies (*Saccharomyces cerevisiae*, Meyen ex E.C. Hansen) y (*Candida utilis*, Henneberg), estos microorganismos requieren como fuente el nitrógeno, el amoniaco, sales de amonio y mezcla de aminoácidos (Morocho y Mora, 2019).

Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobianas a partir de azúcares y de aminoácidos secretados por bacterias fotosintéticas. Producen hormonas y enzimas que pueden ser utilizadas por las BAL (Meena y Meena, 2017) citado por (Morocho y Mora, 2019).

Los actinomicetos representan un grupo de microorganismos ampliamente distribuido en ecosistemas naturales y tienen gran importancia en la participación de la degradación de materia orgánica, además de ciertas propiedades fisiológicas que los hacen particulares (Ramos, 2019; García, 2020).

Constituye un grupo morfológicamente diverso, distinguido de otras bacterias Gram-positivas, por su crecimiento filamentoso y ADN rico en GC, están presentes tantos en ambientes terrestres como acuáticos (Macagnan *et al*., 2008), en suelos terrestres son

abundante con una fuente de la mayoría de los aislamientos que se ha demostrado que producen compuestos bioactivos (Pérez *et al*., 2015).

En los suelos la mayoría de los actinomicetos conocidos pertenecen al género (*Streptomyces*, Waksman y Henrici 1943), y se han utilizado para diversos fines agrícolas, principalmente debido a su producción de metabolitos antimicóticos y antibacterianos y una serie de rasgos que promueven el desarrollo y crecimiento de las plantas (Vurukonda *et al*., 2018).

Algunas especies de actinomicetes pueden ser endófitos en tejidos vegetales, como componentes de ME, donde las especies de (*Streptomyces albus*, Waksman y Henrici, 1943) y (*S griseus*, Krainsky, 1914), son las principales (Morocho y Mora, 2019).

Los hongos fermentadores, poseen requerimientos relativamente bajos de nitrógeno, lo cual brinda una ventaja competitiva en la descomposición de materiales orgánicos como la paja, papeles, madera, entre otros (Yang *et al*., 2017).

Los hongos de fermentación como (*Aspergillus*), y (*Penicillium*, Link, 1809), actúan descomponiendo la materia orgánica para producir alcohol, ésteres y sustancias antimicrobianas (Lezcano, 2015; Meza, 2019).

Los hongos fermentadores aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, lo que facilita su obtención para la nutrición de las plantas (Feijoo y Mesa, 2016).

3.8.1. Coexistencia y principio biológico de los ME.

Cada una de las especies que conforman los ME (Bacterias ácidas lácticas, Bacterias fototróficas, levaduras, actinomicetes y hongos fermentadores), tiene su propia e importancia función, sin embrago las bacterias fotosintéticas son las primordiales en la actividad de los EM, estas soportan las actividades de los otros microorganismos, por otro lado utilizan para sí mismo varias sustancias producidas por otros microorganismos, este fenómeno se le denomina coexistencia y prosperidad (Ramírez, 2006).

El principio biológico que determina la actuación de este consorcio de microrganismos se basa entre otras propiedades, en su carácter antioxidante, además cuando estos microrganismos entran en contacto con la materia orgánica secretan sustancias benéficas como vitaminas, ácidos orgánicos y minerales, así mismo prosperan por exclusión

competitiva, tanto en nichos contaminados como en descomposición, para luego morir cuando las condiciones son limpias, por lo cual no existe riesgo de contaminación secundaria (Feijoo y Mesa, 2016).

3.8.2. Beneficios de los ME.

Quispe y Fernández (2017), mencionan que los ME son utilizados en la agricultura, como fertilizantes orgánicos, donde se pretende reemplazar el uso de agroquímicos y fertilizantes sintéticos en varios cultivos y se enmarca en la preparación del terreno, germinación, enraizamiento del material vegetal, la siembra, el trasplante, mantenimiento del suelo, el follaje de las plantas.

Entre los beneficios de los ME, se destacan la descomposición de residuos orgánicos, fijación del nitrógeno atmosférico, promueve la germinación, floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas, aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos, incrementa la eficacia de la materia orgánica como fertilizantes (Feijoo y Mesa, 2016; Morocho y Mora, 2019), además previene el ataque del plagas y enfermedades (Quispe y Fernández, 2017).

En el suelo los ME, mejoran la estructura y textura del suelo, la permeabilidad del suelo, influyendo en el drenaje y la aireación, disminuye la erosión del suelo, aumenta la retención del agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, reteniendo agua durante más tiempo, también aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad, favorece la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios (Gutiérrez *et al*., 2012).

En otras áreas como en la ganadería, los ME se ha utilizado para disminuir malos olores, reducir plagas insectiles y enfermedades, así como para aumentar la fecundidad de la inseminación artificial y mejorar la calidad de la carne, lácteos y huevos. También los ME tienen grandes beneficios en la conservación del ambiente, se ha utilizado para limpiar aguas contaminadas en estanques y lagos, incluyendo en la limpieza de derrames de petróleo, en el tratamiento de aguas residuales y en la transformación de residuos orgánicos en abonos de calidad. En usos industriales, los ME también tiene aplicaciones en la industria de plásticos y metales, en la separación de residuos para reducir el nivel de emisiones de gases tóxicos (Higa y Wood, 2009).

3.9. Uso del estiércol de bovino y ME en el cultivo del algodón.

En un estudio realizado por Cevheri y Abmet (2017), tuvieron ventajosos resultados en el rendimiento de fibra de tres variedades distintas de algodón (ST-468, BA-119 y Average), producidas con abonos orgánicos, el cual llegaron a reportar rendimientos de 4615.80, 4241.10 y 4428.40 kg ha^{-1}, respectivamente en cada una de las variedades mencionadas con el estiércol de ganado, así mismo al en este estudio combinaron microrganismos eficientes con el estiércol de ganado y obtuvieron un rendimiento mayor a diferencia sin la incorporación de microorganismos eficiente el cual fue de 4800.80 kg ha^{-1}.

Según Eyhorn et al. (2005), los abonos orgánicos como el compost de estiércol de ganado contiene la gama de nutrientes, incluidos los micronutrientes en una composición equilibrada, por lo tanto, cuando los abonos orgánicos se aplican en cantidades suficientes en el cultivo del algodón, generalmente no hay deficiencia de micronutrientes.

3.10. Algodón orgánico, beneficios a los agricultores, incentivos en la agricultura familiar.

La agricultura orgánica es un sistema de gestión de la producción que mejora la biodiversidad y la actividad biológica del suelo, la fibra de algodón orgánico se puede definir como más sostenible que la fibra de algodón convencional, que es un producto ambiental preferible, los defensores del algodón orgánico apoyan la idea de que el algodón convencional no es un cultivo producido de manera responsables con el medio ambiente, dado que la producción de algodón convencional tiene la desventaja del uso excesivo o incorrecto de los productos de protección de pesticidas en los cultivos, tiene efectos adversos sobre el medio ambiente, además las fibras, telas, prendas de algodón cultivadas convencionalmente tiene residuos químicos en el algodón que pueden causar algún problema relacionado con la salud (Günaydin *et al*., 2018).

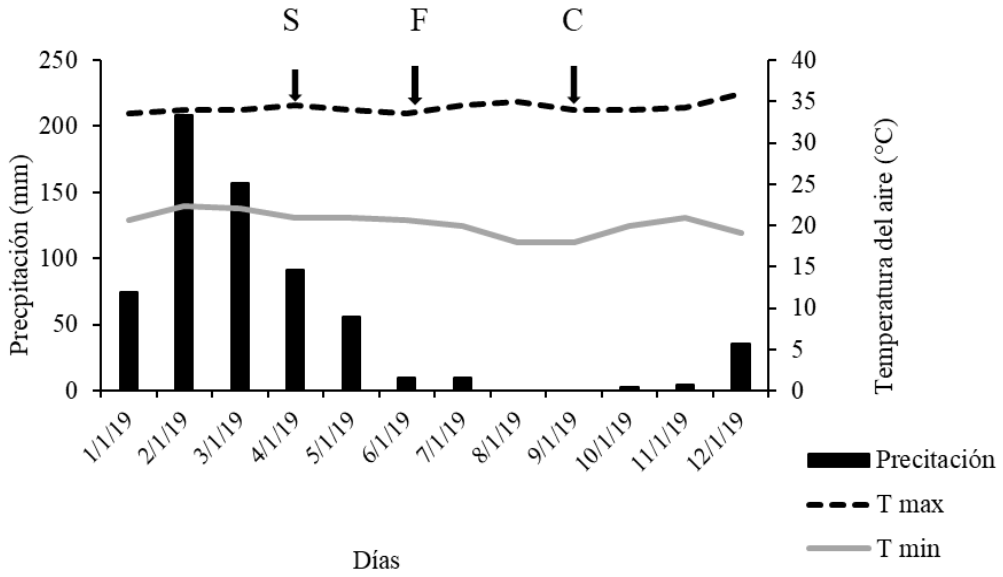
Uno de los temas más discutidos en el mundo de hoy es la agricultura sostenible. El mayor obstáculo para la agricultura sostenible es el uso de productos químicos. La cuestión más importante cuando se trata de agricultura sostenible es, sin duda, la agricultura orgánica. El cultivo de algodón orgánico no utiliza insumos químicos, lo que es más importante en términos de suelo, plantas y salud humana (Cevheri y Abmet, 2017). Y sobre todo lo más importante que es la rentabilidad económica para los productores agrícolas dedicados a la producción del cultivo del algodón.

4. METODOLOGÍA

4.1. Ubicación del ensayo y características edafoclimáticas.

La presente investigación se realizó cabo entre los meses de abril a noviembre del 2019, en la hacienda la Teodomira perteneciente a la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, ubicada en la Parroquia Lodana perteneciente al Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí, el cual se encuentra localizada geográficamente a 01° 10'14.834 de latitud sur y 80°23´ 27 de longitud oeste con una altitud de 60 msnm, con características climatológicas tales como: pluviosidad anual: 682,50 mm, heliofanía anual: 1.354 horas luz, temperatura promedio: 25,39ºC, evaporación anual: 1.625,40 mm y nubosidad: 6/8[1]. La precipitación pluvial y temperatura del aire máxima y mínimas (T max y T min) durante la siembra (S), floración (F) y cosecha (C) del experimento se encuentran en la Figura 1.

Figura 1. Precipitación pluvial y temperatura del aire máxima y mínimas (T max y T min) durante la siembra (S), floración (F) y cosecha (C) de la parroquia Lodana, cantón Santa Ana, Manabí.



El tipo de suelo en que se implantó el ensayo fue Franco-Arcilloso, sus propiedades físico-químicas se encuentran en el cuadro 2.

[1] (Datos tomados de la Estación Agro meteorológica del INAMHI, Portoviejo, Manabí, Ecuador. 1998-2004).

Cuadro 2. Propiedades físicas y químicas del suelo de la hacienda la Teodomira.

Suelo	pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	H	Mn	Co	Z
		%	%	mg/kg	mg/kg	cmol/kg	cmol/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Franco-arcilloso	7,5	0,90	0,04	17,4	1,06	15,25	5,27	26,7	5,55	2,19	<2,60

4.2. Material genético.

Se utilizó la variedad de algodón DP Acala 90, una variedad que presenta adaptabilidad ambiental, buena calidad de fibra y menor incidencia de insectos (Cañarte *et al*., 2020). Sus características agronómicas se observan en el (Cuadro 3).

Cuadro 3. Caracteres vegetativos y reproductivo de la variedad DP Acala 90 (Méndez *et al*., 1997).

Caracteres	Valor
Inicio de floración (días)	51
Altura de planta (cm)	90
Diámetro del tallo (cm)	1
Ramas con flores por planta	12
Fructificación efectiva (%)	36
Peso de 100 semillas (g)	11
Peso de bellotas (g)	7
Contenido de fibra (%)	39
Longitud de fibra (pulg)	1
Finura de fibra (µm)	4
Rendimiento en rama (kg/ha)	1.637,71

4.3. Obtención y caracterización de la materia orgánica.

Para el presente estudio se utilizó como fuente de materia orgánica el compost de estiércol de bovino que fue preparado en la Estación Experimental la Teodomira, perteneciente a la Facultad de Ingeniería Agronómica.

Como obtención de este material orgánico, se procedió a voltear y luego a zarandear el estiércol, que posteriormente fue utilizado para el cultivo del algodón. La composición de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) del estiércol de bovino utilizada en este estudio se la detalla en el (Cuadro 4). Para todo el ensayo se llegó a requerir un total de 1,000 kg ha^{-1} de estiércol de bovino.

Cuadro 4. Concentración nutricional del estiércol de bovino utilizado en este estudio.

Materia orgánica	Concentración %				
	N	P	K	Ca	Mg
Estiércol de bovino	3,9	0,58	1,58	1,42	0,50

4.4. Preparación de microorganismos eficientes.

Para la preparación de 200 litros de microorganismos eficientes se utilizaron como ingredientes 10 litros de yogurt natural, 20 litros de melaza, 1 kg de levadura fresca de panificadora, 4 frasco de complejo B, 5 litros de leche y como materiales de biodigestor se utilizó un tanque e 200 litros, 2 metros de manguera color negra de 3 pulgada, 1 botella plástica transparente de 3 litros, 1 metro de alambre (Higa y Parr, 1994).

El procedimiento de la preparación de ME, consistió en mezclar todos los ingredientes en el tanque de 200 litros con agua, de forma homogénea, luego se perfora el centro de la tapa del tanque, el orificio está en función del diámetro de la manguera, se procede a tapar el tanque, se introduce la manguera y luego se coloca con alambre la botella plástica transparente cuyo interior contiene la mitad de agua y por último se inserta el extremo de la manguera, con el objetivo de eliminar gases que se forman durante el proceso de fermentación, el proceso duró 30 días según la metodología de Higa y Parr (1994).

4.5. Diseño de la investigación.

Se evaluaron 16 tratamientos, utilizando el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), en arreglos factorial 2x4x2, correspondiendo a dos tipos de fuentes nitrogenadas (Materia orgánica y Urea) en cuatro dosis de nitrógeno de sus fuentes (50, 100, 150, 200 kg de N ha^{-1}) por aplicación de microrganismos eficientes (con aplicación y sin aplicación). Los factores de estudio en los que se distribuyeron los tratamientos se encuentran a continuación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Factores de estudio.

Fuentes de nitrógeno	Dosis de N	Microrganismos eficientes
Materia Orgánica (MO) Urea (U)	50 kg de N ha^{-1} 100 kg de N ha^{-1} 150 kg de N ha^{-1} 200 kg de N ha^{-1}	Con aplicación (CME) Sin aplicación (SME)

Las combinaciones de fuentes de nitrógeno (Urea y materia orgánica), con y sin aplicación de microorganismos eficientes y con sus respectivas dosis nitrogenadas siguen a continuación:

1. A_1 B_1 C_1= MO +50 kg de N ha^{-1}+CME
2. A_1 B_1 C_2= MO +100 kg de N ha^{-1}+CME
3. A_1 B_1 C_3= MO +150 kg de N ha^{-1}+CME
4. A_1 B_1 C_4= MO +200 kg de N ha^{-1}+CME
5. A_2 B_1 C_1= U +50 kg de N ha^{-1}+CME
6. A_2 B_1 C_2= U +100 kg de N ha^{-1}+CME
7. A_2 B_1 C_3= U +150 kg de N ha^{-1}+CME
8. A_2 B_1 C_4= U +200 kg de N ha^{-1}+CME
9. A_1 B_2 C_1= MO +50 kg de N ha^{-1}+SME
10. A_1 B_2 C_2= MO +100 kg de N ha^{-1}+SME
11. A_1 B_2 C_3= MO +150 kg de N ha^{-1}+SME
12. A_1 B_2 C_4= MO +200 kg de N ha^{-1}+SME
13. A_2 B_2 C_1= U +50 kg de N ha^{-1}+SME
14. A_2 B_2 C_2= U +100 kg de N ha^{-1}+SME
15. A_2 B_2 C_3= U +150 kg de N ha^{-1}+SME
16. A_2 B_2 C_4= U +200 kg de N ha^{-1}+SME

4.6. Delineamiento experimental.

Diseño experimental:	Diseño de bloques completamente al azar
Número de tratamientos:	16
Número repeticiones:	4
Unidades experimentales:	64
Área total del ensayo:	2.880 m² (48 m x 60 m)
Parcela experimental:	36 m² (6 m x 6 m)
Área útil de parcela:	10 m² (2m x 5m)
Área útil total del experimento:	360 m² (10m x 36m)
Siembra:	Directa
Semillas por sitios:	2
Distanciamiento entre plantas:	0.40 cm
Distanciamiento entre hileras:	1 m
Distanciamiento entre repeticiones:	2 m
Número de plantas por sitios:	2
Número de plantas útiles:	56
Número total de plantas:	3.072

4.7. Hipótesis.

¿Es posible que con la aplicación de dos fuentes nitrogenadas a partir de materia orgánica y urea en diferentes dosis de nitrógeno y la combinación de Microrganismos eficientes se podrán obtener rendimientos iguales o superiores en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.)?

4.8. Definición de variables.

4.8.1. Variable independiente.

- Aplicación de fertilizante orgánico o inorgánico.
- Dosis de fertilizante.
- Presencia o ausencia de microorganismos eficientes.

4.8.2. Variables dependientes.

- Altura de planta.
- Diámetro de tallo.
- Número de bellotas por planta.
- Diámetro de bellotas.
- Longitud de bellota.
- Número de semillas por bellota.
- Peso de Cápsulas.
- Peso Fibra.
- Peso de Semillas.
- Rendimiento.
- Absorción nutricional de las hojas de N, P y K.

4.9. Manejo del ensayo.

4.9.1. Preparación del suelo.

El terreno fue limpiado manualmente y posteriormente fue labrado el suelo mediante un pase de arado de disco longitudinalmente a una profundidad de 25 cm, y dos pases de romplow siendo el primero longitudinalmente y el segundo transversalmente a una profundidad de 20 cm.

4.9.2. Siembra.

La siembra fue efectuada de forma manual, se colocó dos semillas por hoyos, la profundidad de los hoyos fue 3 cm.

4.9.3. Fertilización y regulador de crecimiento.

La fertilización de base fue efectuada a la siembra en cada tratamiento por igual, siendo colocado en el surco 120 kg ha^{-1} P_2O_5 y 60 kg ha^{-1} K_2O según lo indicado por Shareef et al. (2019). Luego N fue colocado en cobertura, dividiendo la aplicación en dos. La primera fertilización se hizo a los 20 días de la emergencia, colocando la mitad de la dosis que le correspondía en cada tratamiento, mediante la aplicación de la urea y la materia orgánica a base de estiércol de bovino. La segunda fertilización se efectuó en el momento de la floración (50 días después de la emergencia) completando las dosis exactas de nitrógeno de sus fuentes (50, 100, 150, 200 kg de N ha^{-1}). Los microorganismos eficientes se colocaron según lo recomendado por Higa y Parr (1994) 2,5 L ha^{-1} en el surco, siendo distribuidos de la siguiente forma 1/2 L ha^{-1} a la siembra, 1 L ha^{-1} a los 20 días después de la emergencia y 1 L ha^{-1} al momento de la floración.

Al inicio de la floración fue aplicado un regulador de crecimiento (Cloruro de mepiquat al 5%) en la dosis de 1 L ha^{-1}.

4.9.4. Control de maleza.

Fue efectuado un control manualmente y mecánico con ayuda de una motoguadaña, donde fueron cortadas las arvenses dentro del experimento, entre ellas el coquito (*Cyperus rotundus*, Linneo) y el bledo manso (*Amaranthus dubius*, Mart. ex Thell).

La frecuencia del desmalezado fue dependiendo de la incidencia que se presentaron en el experimento, en total se llegaron a realizar 7 laborales de desmalezado.

4.9.5. Control Fitosanitario.

A) Control de insectos.

En el presente estudio solo 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 un producto biológico Trichoderma en dosis de 1 L ha^{-1} y extracto de Neem (4 g/l de Azadirachtina) 1,5 L ha^{-1}.

B) Control de enfermedades.

No se reportó la presencia de ningún agente patológico.

4.9.6. Cosecha.

Esta labor se realizó aproximadamente a partir de los 154 días después de la siembra, cuando los frutos llegaron a su madurez fisiológica.

4.10. Variables evaluadas.

4.10.1. Días de la floración.

Se contabilizó el porcentaje de floración cuando un 50% de las plantas estuvieron iniciando la floración, tomando en cuenta como inicio después de la emergencia.

4.10.2. Altura de planta.

La altura de planta se la realizó a los 77 días después de la siembra con la ayuda de una regla métrica en centímetros, desde el suelo hasta la parte apical de la última hoja desplegada de la planta (Promedio de 10 plantas por tratamiento).

4.10.3. Diámetro del tallo.

Con un calibrador de digital Vernier en milímetros, se tomó el grosor del tallo. Esta variable se la evaluó a los 77 días después de la siembra, a una altura de 5 cm (Promedio de 10 plantas por tratamiento).

4.10.4. Número de bellotas por planta.

Fue contabilizado el número de bellotas por plantas (Promedio de 10 plantas) al momento en que todas las bellotas estuvieron formadas (129 días después de la siembra).

4.10.5. Diámetro de bellotas.

El diámetro de las bellotas se la realizó a los 129 días después de la siembra, esta variable se evaluó con la ayuda de un calibrador digital Vernier en milímetros (Promedio de 20 bellotas por tratamiento).

4.10.6. Longitud de bellota.

La longitud de la bellota en centímetros se la realizó a los 121 días después de la siembra, esta variable se evaluó con la ayuda de una regla graduada (Promedio de 20 bellotas por tratamiento).

4.10.7. Número de semillas por bellota.

El número de semillas por bellota se la realizó después de los 128 días después de la siembra, contando semillas por bellota (Promedio de 20 bellotas por tratamiento).

4.10.8. Peso de Cápsulas.

El peso de las cápsulas se la realizó después de los 128 días después de la siembra, sacando la cápsula de la bellota (Promedio de 20 cápsulas por tratamiento).

4.10.9. Peso Fibra.

El peso de la fibra se la realizó después de los 128 días después de la siembra, sacando la fibra de la bellota (Promedio de 20 fibras de la bellota por tratamiento).

4.10.10. Peso de Semillas.

El peso de semillas se la realizó después de los 128 días después de la siembra, sacando las semillas de las bellotas y pesándolas en gramos (Promedio de semillas de 20 bellotas por tratamiento).

4.10.11. Rendimiento.

Se dejaron dos hileras centrales que fueron seleccionadas para determinar el peso de fibra por parcela útil y se pesaron con ayuda de una balanza analítica digital.

4.10.12. Absorción nutricional de las hojas de N, P y K.

A los 77 días después de la siembra fueron seleccionadas diez plantas por tratamiento, y se colectaron 5 hojas por planta, las mismas que fueron trasladada en fundas de papel Kraft para su secado en estufa a 60° grados por 3 días hasta llegar a peso constante.

Posteriormente a esto, las muestras (hojas) se trasladaron hasta la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), donde se hizo un análisis de tejido de nitrógeno, fósforo y potasio.

4.11. Definición, selección de la muestra y recolección de los datos.

4.11.1. Selección de la muestra.

La selección de las muestras recolectadas en el cultivo del algodón se realizó mediante la evaluación de 10 plantas por tratamientos, donde se procedió a marcar cada una estas para hacerle sus respectivos seguimientos, recolección de muestras y toma de datos tanto en el campo como en el laboratorio.

Para el análisis de la muestra de la materia orgánica, se utilizó 1 libra, para luego ser llevada al INIAP, para la realización de su respectivo análisis de concentración de nitrógeno, fosforo, potasio y magnesio.

4.11.2. Recolección de datos.

La recolección de datos se la hizo de forma manual, como se mencionó anteriormente se hizo la señalización de 10 plantas por tratamiento para determinar la altura y diámetro de la plantas, así mismo para las otras variables de estudios y luego ya en producción, fueron llevadas al laboratorio para determinar peso de bellota, peso de fibra y peso de semillas, respetando el orden cronológico de cada variable a estudiar, posteriormente los datos fueron agregados al programa Excel de manera ordenada para posteriormente ser sometidos al programa estadístico.

4.12. Análisis de datos.

A los datos que se recolectaron en el cultivo del algodón se le realizó un análisis de varianza multifactorial, aplicando el método de Tukey, y un nivel de significancia del ($P \leq 0.05$); se trabajó con el programa estadístico INFOSTAT.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Efecto de dos fuentes nitrogenadas, orgánica e inorgánica acompañada con (ME) microorganismos eficientes, sobre el comportamiento productivo del algodón (*Gossypium hirsutum* L.)".

Fueron observaron efectos aislados significativos para las fuentes de nitrógeno (F), dosis de N (D) y microorganismos eficientes (ME) sobre el comportamiento productivo en el cultivo del algodón (Cuadro 6).

Efectos combinados fueron encontrados en Fuentes x Dosis (F*D), en las variables Número de Bellotas/planta (NBP), Diámetro de Bellotas (Diam Bello) y Porcentaje de K (% K). En la interacción Fuentes x Microorganismos Eficientes (F*ME) fueron encontradas diferencias significativas en las variables Diámetro de Bellotas (Diam Bello) y Peso de cápsulas (Peso Cap.). Diferencias significativas fueron encontradas en la interacción Diámetro x Microorganismos Eficientes (D*ME) en las variables Diámetro de Bellotas (Diam Bello) y Rendimiento (Rend). Para la interacción Fuentes x Dosis x ME (F*D*ME) se muestro diferencias en el Diámetro de Bellotas (Diam Bello) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Significancia de inicio de floración, altura de planta, diámetro del tallo, numero de semillas, rendimiento, concentración de nitrógeno, fosforo, potasio foliar y peso de capsulas, fibras y semillas.

VARIABLES	FUENTES	DOSIS	ME	F*D	F*ME	D*ME	F*D*ME	Error (CM)	CV %
D. F	0,01	0,43	0,72	0,41	0,47	0,75	0,60	1,86	2,44
Alt.	0,00	0,34	0,71	0,75	0,16	0,26	0,31	41,88	13,95
Diam.	0,00	0,42	0,83	0,52	0,21	0,33	0,25	0,72	12,9
NBP	0,00	0,06	0,45	0,04	0,36	0,23	0,53	11,63	24,11
Diam. Bello.	0,02	0,9	0,22	0,00	0,00	0,05	0,00	1,37	3,47
Long. Bello.	0,00	0,00	0,00	0,25	0,07	0,48	0,15	0,05	3,86
Num. Sem.	0,01	0,54	0,63	0,82	0,16	0,07	0,31	11,52	10,85
Peso. Cap.	0,86	0,71	0,04	0,26	0,03	0,34	0,22	0,15	17,99
Peso. Fibra.	0,08	0,01	0,18	0,55	0,38	0,29	0,24	0,09	12,07
Peso. Sem.	0,67	0,05	0,01	0,31	0,27	0,20	0,12	0,25	11,53
Ren.	0,03	0.06	0,02	0,49	0,39	0,01	0,89	314252,48	18,23
N	0,24	0,16	0,53	0,18	0,81	0,29	0,73	0,13	8,54
P	0,98	0,86	0,99	0,87	0,79	0,69	0,88	0,00	0,39
K	0,00	0,89	0,06	0,00	0,54	0,06	0,31	0,02	8,38

Fuentes. Urea y materia orgánica. **Dosis.** (50, 100,150 y 200 kg de N ha^{-1}). **(M.E).** Microorganismos eficientes; **(F*D).** Interacción fuentes-dosis; **(F*ME).** Interacción fuentes-microorganismos eficientes; **(D*ME).** Interacción dosis-microorganismos eficientes; **(F*D*ME).** Interacción fuentes-dosis-microorganismos eficientes; **(CM).** Error; **(CV%).** Coeficiente de variación; **(D.F).** Días de floración; **(Alt).** Altura de planta; (**Diam).** Diámetro del tallo; **(NBP).** Numero de bellotas por planta; **(Diam. Bello).** Diámetro de bellotas, mm; **(Long. Bello).** Longitud de Bellotas cm; **(Num. Sem).** Numero de semillas por bellota; **(Peso. Cap.).** Peso de Cápsulas, g; **(Peso. Fibra).** Peso de fibra; **(Peso. Sem).** Peso de semillas **(Ren).** Rendimiento, kg ha^{-1}; **(N).** Nitrógeno foliar, %; **(P).** Fosforo foliar, %; **(K).** Potasio foliar, %.

De acuerdo con los resultados presentados en el Cuadro 7, se muestran mayores efectos en las variables cuando fue usada la urea como fertilizante. Solamente para las variables de días a la floración y concentración de potasio foliar (K), la materia orgánica llegó a registrar las mayores medias.

Este resultado se atribuye posiblemente a la mayor disponibilidad de nitrógeno en la urea que en la materia orgánica. Además, se ve afectada la materia orgánica por la lenta mineralización e inmovilización de nutrientes. Resultado que concuerda a los obtenidos por Khaliq et al. (2006), donde estudiaron el efecto del uso integrado de nutrientes orgánicos y minerales acompañados de microorganismos eficientes, quienes llegaron a obtener mejores efectos con la fertilización mineral combinada con microorganismos

eficientes. En este estudio llegaron a mencionar que el rendimiento de los materiales orgánicos no fue el esperado cuando se aplicaron solos y que posiblemente eso se haya debido al contenido de materia orgánica del suelo que fue muy bajo con 0,46% de MO, lo cual la liberación de nutrientes de fuente orgánicas generalmente se considera muy lenta, por lo cual la adición de cualquier material orgánico no podría aumentar la producción en la misma medida que el fertilizante inorgánico. Algo parecido pudo haberse producido en nuestra investigación, donde el porcentaje de materia orgánica del suelo de la estación experimental la "Teodomira" es de 0,9 %.

Cáceres (2012), al estudiar la respuesta de la fertilización inorgánica a base de urea en dosis de 30, 60 y 90 kg N ha^{-1} y la fertilización orgánica a base de humus de cama de pollo y guano porcino estabilizado en dosis de 10 y 20 toneladas respectivamente, llegó a obtener mejores resultados con los diferentes tratamientos cuando fue usada la urea, donde el mayor rendimiento lo obtuvo con la dosis de 90 kg N ha^{-1} con 1.278,508 kg ha^{-1}, los mismo ocurrió en la presente investigación, puesto que cuando fue usada la materia orgánica como fuente de fertilizante se obtuvo un menor rendimiento en relación a cuando hubo aplicación de urea (Cuadro 7).

Cuadro 7. Variables del comportamiento productivo del algodón en respuesta a dos fuentes nitrogenadas.

FUENTES	D. F	Alt	Diam	NBP	Diam. Bello	Long. Bello	Num. Sem	Ren	K
	(Días)	(cm)	(mm)		(mm)	(mm)		(Kg ha^{-1})	%
MO	56,44 **a**	41,5 **b**	5,74 **b**	12,86 **b**	33,4 **b**	5,91 **b**	29,99 **b**	2895,83 **b**	1,84 **a**
U	55,44 **b**	51,31 **a**	7,41 **a**	15,44 **a**	34,1 **a**	6,11 **a**	32,6 **a**	3254,63 **a**	1,56 **b**

(D.F). Días de floración; **(Alt).** Altura de planta, cm; (**Diam).** Diámetro del tallo, mm; **(NBP).** Numero de bellotas por planta; **(Diam. Bello).** diámetro de bellotas, mm; **(Long. Bello).** Longitud de bellotas, cm (Num. Sem). Número de semillas; **(Ren).** Rendimiento, kg ha; **(K).** Concentración de potasio foliar; **(MO).** Materia orgánica; **(U);** Urea; Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey (P≤0,05)

En el cuadro 8 se encuentran las variables del comportamiento productivo del algodón en respuesta a cuatro dosis. Para la variable longitud de bellota la dosis de 150 kg de N ha^{-1} obtuvo mejores respuestas en diferencia de la de 50 y 100 kg de N ha^{-1} en cuanto a la variable de peso de fibra la dosis de 50 kg de N ha^{-1} tuvo mayores efectos que la dosis de 150 kg de N ha^{-1}. Para el peso de semillas igualmente que en el peso de fibra mayores

respuestas se obtuvieron en la dosis de 50 kg de N ha^{-1}, pero con diferencias en la dosis de 100 kg de N ha^{-1}.

En una investigación efectuada por Palomo et al. (2003), al estudiar el rendimiento, componentes de rendimiento del cultivo del algodón de la variedad Laguna 89, en relación a diferentes dosis de nitrógeno (40, 80, 120, 160 y 200 kg ha N ha^{-1}), demostraron que no hubo efecto significativo en las diferentes dosis de nitrógeno, en las variables de, peso de capullo y semillas y longitud de fibras, resultados que difieren de la presente investigación que son demostrados en el Cuadro 8.

Saleem et al. (2010), estudiaron el efecto de diferentes dosis de nitrógeno (60, 120, 180 kg ha kg N^{-1}), en el rendimiento de semillas y la calidad de fibra en tres variedades distintas de algodón (NIAB-111, CIM-496 y FH-901), quienes encontraron efectos significativos con la dosis de 120 kg ha^{-1}, obteniendo un mayor peso de semillas y mayor peso de fibras. En cambio, en la presente investigación cuando se utilizó 50 kg de N ha^{-1} en el peso de semillas y de fibras fueron encontrados mayores pesos.

Munir et al. (2015), al estudiar la respuesta del algodón a diferentes dosis nitrogenadas (60, 120 y 180 kg ha N ha^{-1}), obtuvieron como resultados que el mayor rendimiento de semillas fue el de la dosis de 120 kg ha N ha^{-1}, de nitrógeno, además señalaron que la tasa optima de N para el cultivo del algodón, depende de varios factores incluido el tipo de suelo, el medio ambiente (lluvia, luz solar y la duración temprana) y las técnicas de manejo al igual que Orozco et al. (2008).

Diferentes autores han llegado a optimizar y establecer dosis para el cultivo del algodón, como el estudio de Zonta et al. (2016), que llegaron a determinar que la dosis óptima para el cultivo del algodón en condiciones semiáridas está entre 70 y 140 kg ha^{-1} pero eso depende de las variables a ser medidas, siendo que en nuestra investigación solo se consiguió respuestas en la longitud de bellotas, peso de fibra y de semillas y en diversas dosis de N, así mismo Palomo et al. (2004), mencionan que la mayor producción de algodón de la variedad Laguna 89, la obtuvieron con la dosis de 80 kg ha^{-1} de N.

Cuadro 8. Variables del comportamiento productivo del algodón en respuesta a cuatro dosis.

DOSIS	Long. Bello	Peso. Fibra	Peso. Sem
	(mm)	(g)	(g)
50 kg de N ha^{-1}	5,93 **bc**	2,67 **a**	4,6 **a**
100 kg de N ha^{-1}	5,84 **c**	2,37 **ab**	4,1 **b**
150 kg de N ha^{-1}	6,18 **a**	2,27 **b**	4,2 **ab**
200 kg de N ha^{-1}	6,09 **ab**	2,51 **ab**	4,3 **ab**

(Long. Bello). Longitud de bellotas, cm; **(Peso. Fibra).** Peso de fibra, g; (**Peso. Sem).** Peso de semillas, g; (**Dosis).** (50, 100,150 y 200 kg de N ha^{-1}). Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey (P≤0,05).

En el (Cuadro 9), se puede evidenciar que tanto en las variables de longitud de bellotas, peso de capullo y peso de semillas, no tuvo un efecto significativo la incorporación de los microorganismos eficientes, sin embargo para el rendimiento productivo con la aplicación de los microorganismos eficientes se obtuvo mayore respuesta, donde esta presentó una superioridad a diferencia de la no aplicación de los microorganismos eficientes, resultado que es muy importante en la hora de realizar combinaciones de microorganismos eficientes con otros fertilizantes sea inorgánico u orgánico.

Cuadro 9. Variables del comportamiento productivo del algodón en respuesta presencia de microrganismos eficientes.

ME	Long. Bello	Peso. Cap	Peso. Sem	Ren
	(mm)	(g)	(g)	(kg ha^{-1})
CME	5,89 **b**	2,03 **b**	4,1 **b**	3270,8 **a**
SME	6,13 **a**	2,27 **a**	4,5 **a**	2879,6 **b**

(Long. Bello). Longitud de bellotas, cm; **(Peso. Cap).** Peso de cápsulas, g; (**Peso. Sem).** Peso de semillas, g; **(Ren).** Rendimiento, kg ha^{-1}; **(ME).** Microorganismos eficientes; **(CME).** Con microorganismos eficientes; **(SME).** Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey (P≤0,05).

Con respecto a las interacciones de las fuentes nitrogenadas por las diferentes dosis de N, se puede observar en el (Cuadro 10), que el mayor promedio en la variable de número de bellotas por planta, se lo obtuvo con la interacción de urea y en la dosis de 200 kg de

N ha kg N $^{-1}$, misma que fue diferente de la MO en 100 y 200 kg N $^{-1}$, así mismo de la U en 50 kg N $^{-1}$. En cuanto al diámetro de bellotas mejores efectos significativos se encontraron en la U con dosis de 200, 150 y 50 kg N $^{-1}$ respectivamente, siendo diferentes de MO en 200 kg N $^{-1}$. Para él % de K foliar, se llegó a registrar mayor porcentaje con la interacción de MO en 50 y 100 kg de N ha^{-1} diferenciándose de U en 150, 50 y 100 kg de N ha^{-1}.

Con respecto a las interacciones de las fuentes nitrogenadas por las diferentes dosis de N, se puede observar en el (Cuadro 10), que el mayor promedio en la variable de número de bellotas por planta, se lo obtuvo con la interacción de urea y en la dosis de 200 kg de N ha^{-1}, misma que fue diferente de la MO en 100 y 200 kg N $^{-1}$, así mismo de la U en 50 kg N^{-1}. En cuanto al diámetro de bellotas mejores efectos significativos se encontraron en la U con dosis de 200, 150 y 50 kg N $^{-1}$ respectivamente, siendo diferentes de MO en 200 kg N^{-1}. Para él % de K foliar, se llegó a registrar mayor porcentaje con la interacción de MO en 50 y 100 kg de N ha^{-1} diferenciándose de U en 150, 50 y 100 kg de N ha $^{-1}$.

Maples y Frizzell (1985), llegaron a determinar que de 60 a 160 kg ha $^{-1}$ de N son suficientes para obtener un alto rendimiento y calidad de fibra en cultivo del algodón. Pero como anteriormente se mencionó la dosis correcta en un cultivo pueden estar influenciada por factores climáticos.

Algo de agregar y que es aconsejable para las aplicaciones de compost de estiércol y lo recomienda Castellano et al. (1996), es que cuando se utilizan dosis bajas de estiércol aplicado frecuentemente son más eficientes para incrementar el rendimiento que dosis altas aplicado menos frecuentes. En la presente investigación se aplicó la materia orgánica en dos aplicaciones. Esto con el fin de evitar pérdidas de lavado de los nutrientes aplicados a las plantas, ya que como el nitrógeno es un elemento dinámico que se pierde fácilmente, ya sea por lixiviación o volatilización, y así la plantas aprovechan mejor los nutrientes, en el caso del presente estudio se lo realizó en dos aplicaciones.

El porcentaje de K fue similar a lo reportado por Blaise et al. (2005), donde al estudiar el efecto del estiércol de corral, la fertilización inorgánica sobre el rendimiento y la calidad de fibra del algodón de secano, encontraron que el balance de K fue positivo solo cuando se aplicó el estiércol de corral, además sugirieron que es ventajoso aplicar estiércol de corral, ya que mejora el rendimiento de la fibra y mantiene un balance

positivo de nutrientes, ya en la presente investigación se encontró mayores efectos cuando fue utilizada la materia orgánica en sus diferentes dosis.

Cuadro 10. Variables del comportamiento productivo del algodón en respuesta a la interacción entre fuente y dosis.

FUENTES	DOSIS	NBP	Diam. Bello	K
			(mm)	%
MO	**50 kg de N ha^{-1}**	13,25 **ab**	33 **ab**	1,93 **a**
MO	**100 kg de N ha^{-1}**	12,45 **b**	34,07 **ab**	1,94 **a**
MO	**150 kg de N ha^{-1}**	13,5 **ab**	34,29 **ab**	1,81 **ab**
MO	**200 kg de N ha^{-1}**	12,23 **b**	32,12 **b**	1,67 **abc**
U	**50 kg de N ha^{-1}**	12,15 **b**	34,15 **a**	1,45 **c**
U	**100 kg de N ha^{-1}**	14,08 **ab**	33,09 **ab**	1,44 **c**
U	**150 kg de N ha^{-1}**	17,53 **ab**	34,24 **a**	1,55 **bc**
U	**200 kg de N ha^{-1}**	18 **a**	34,77 **a**	1,79 **abc**

(NBP). Número de bellotas por planta; **(Diam. Bello).** Diámetro de bellotas, mm; (**K).** Concentración de potasio foliar; **(MO).** Materia orgánica; **(U).** Urea; **Dosis.** (50, 100,150 y 200 kg de N ha^{-1}). Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey (P≤0,05).

En el (Cuadro 11), se muestra la interacción entre fuentes y presencia o ausencia de microorganismos eficientes, en la variable de diámetro de bellotas, la U x CME, obtuvieron el mayor promedio, pero diferente únicamente de MO x CME, en cambio la MO -sin la aplicación de ME, registró mayor promedio diferente de la MO x CME.

Khaliq et al. (2006), al combinar abonos orgánicos a base de estiércol de granja, estiércol de aves de corral, torta de caña de azúcar en porción 4:3:3, con microorganismo eficientes en el cultivo del algodón obtuvieron un rendimiento de 1552 kg ha^{-1} mientras solo con puro abono orgánico llegaron a registras un promedio en rendimiento de 1263 kg ha^{-1}, así mismo con microorganismos eficientes registraron un rendimiento de 1278 kg ha kg N $^{-1}$, el cual encontraron una diferencia significante al combinar MO+ME. En este estudio mostraron que microorganismos eficientes tienen un efecto más visible y significativo cuando se aplica con materiales orgánicos. Algo similar reportaron Javid y Bajwa (2011), donde al combinar microrganismos con enmiendas orgánicas y NPK, aumentaron significativamente el rendimiento del grano del frejol mungo (*Vigna radiata*, Wilczek). En la presente investigación como es mostrado en el cuadro 11, mejores respuestas se obtuvieron cuando fue usada la MO sin ME, posiblemente se debió a que la MO en su composición tenía suficientes microorganismos que demostraron eficacia para

el diámetro de bellotas y peso de cápsulas, a pesar de que para el diámetro de bellotas con la urea y ME también se obtuvo excelentes resultados.

Cuadro 11. Variables del comportamiento productivo del algodón en respuesta a la interacción entre fuentes y presencia de microrganismos eficientes.

FUENTES	ME	Diam. Bello	Peso. Cap
		(mm)	(g)
MO	**CME**	32,64 **b**	1,89 **b**
MO	**SME**	34,1 **a**	2,38 **a**
U	**CME**	34,43 **a**	2,17 **ab**
U	**SME**	33,69 **ab**	2,15 **ab**

(Diam. Bello). Diámetro de bellotas, mm; (**Peso. Cap).** Peso de capsulas, g; **(ME).** Microorganismos eficientes; **(MO).** Materia orgánica; **(U).** Urea; (**CME).** Con microorganismos eficientes; **(SME).** Sin microorganismos eficientes. Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey (P≤0,05).

Antes de determinar una dosis optima de nitrógeno y otros macronutrientes en el cultivo del algodón y otras especies cultivables, es importante recalcar que las dosis están determinadas por la variedad del cultivo, las condiciones ambientales, como clima, el tipo de suelo, disponibilidad de nutrientes y humedad en el suelo, plagas, entre otros factores (Orozco et al., 2008), pero en nuestro caso se puede observar que mayor rendimiento se puede obtener con la presencia de ME, jugando también un papel importante de la dosis nutricional (Cuadro 12).

Cuadro 12. Variables del comportamiento productivo del algodón en respuesta a la interacción entre dosis y presencia de microrganismos eficientes.

DOSIS	ME	D.B	R
		(mm)	(Kg/Ha)
50 kg de N ha^{-1}	**CME**	33.84 **ab**	3037.04 **abc**
100 kg de N ha^{-1}	**CME**	33.79 **ab**	3055.56 **abc**
150 kg de N ha^{-1}	**CME**	33.79 **ab**	3805.56 **a**
200 kg de N ha^{-1}	**CME**	32.73 **b**	3185.19 **abc**
50 kg de N ha^{-1}	**SME**	33.32 **ab**	2851.85 **abc**
100 kg de N ha^{-1}	**SME**	33.37 **ab**	2500 **c**
150 kg de N ha^{-1}	**SME**	34.74 **a**	2574.07 **bc**
200 kg de N ha^{-1}	**SME**	34.16 **ab**	3592.59 **abc**

(Diam. Bello). Diámetro de bellotas, mm; (**Ren).** Rendimiento, kg ha; (**Dosis)** (50, 100,150 y 200 kg de N/ha^{-1}); (**CME).** Con microorganismos eficientes; **(SME).** Sin microorganismos eficientes. Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey (P≤0,05).

En el (Cuadro 13) se observa solamente la variable Diámetro de Bellotas, la cual fue significativa en respuesta a la interacción entre fuente x dosis x presencia de microrganismos eficientes con mayores respuestas cuando fue usada la Ux200 kg de N ha $^{-1}$, sin la incorporación de ME, siendo diferente de MOx200 kg de N ha^{-1}xCME, MOx200 kg de N ha $^{-1}$ x SME y Ux100 kg de N ha $^{-1}$ x SME.

Chen et al. (2019) mencionan que a mayor contenido de N por hectárea (240 kg ha $^{-1}$) la calidad de las bellotas mejora, posiblemente en nuestra investigación se obtuvo mayor diámetro de las bellotas cuando se utilizó urea en la dosis de 200 kg N ha^{-1}.

Cuadro 13. Variable del comportamiento productivo del algodón en respuesta a la interacción entre fuente x dosis x presencia de microrganismos eficientes.

FUENTES	DOSIS	ME	Diam. Bello (mm)	
MO	**50 kg de N ha^{-1}**	**CME**	33.1	**abcd**
MO	**100 kg de N ha^{-1}**	**CME**	32.69	**abcd**
MO	**150 kg de N ha^{-1}**	**CME**	33.19	**abcd**
MO	**200 kg de N ha^{-1}**	**CME**	31.6	**cd**
U	**50 kg de N ha^{-1}**	**CME**	34.57	**abc**
U	**100 kg de N ha^{-1}**	**CME**	34.88	**ab**
U	**150 kg de N ha^{-1}**	**CME**	34.39	**abc**
U	**200 kg de N ha^{-1}**	**CME**	33.86	**abcd**
MO	**50 kg de N ha^{-1}**	**SME**	32.9	**abcd**
MO	**100 kg de Nha^{-1}**	**SME**	35.45	**ab**
MO	**150 kg de N ha^{-1}**	**SME**	35.39	**ab**
MO	**200 kg de N ha^{-1}**	**SME**	32.64	**bcd**
U	**50 kg de N ha^{-1}**	**SME**	33.73	**abcd**
U	**100 kg de N ha^{-1}**	**SME**	31.29	**d**
U	**150 kg de N ha^{-1}**	**SME**	34.09	**abcd**
U	**200 kg de N ha^{-1}**	**SME**	35.67	**a**

(Diam. Bello). Diámetro de bellotas, mm; (**MO).** Materia orgánica; **(U).** Urea; **Dosis.** (50, 100,150 y 200 kg de N/ha^{-1}); (**CME).** Con microorganismos eficientes; **(SME).** Sin microorganismos eficientes. Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey (P≤0,05).

6. CONCLUSIONES

Hubo un mejor comportamiento en el cultivo del algodón cuando la fertilización se la realizó con la fuente nitrogenada inorgánica, en este caso la urea, donde se obtuvieron los mejores resultados en la mayoría de las variables estudiadas.

Con la incorporación de los microrganismos eficientes (ME) a las fuentes nitrogenadas no se obtuvieron resultados favorables en las diferentes variables de estudio, excepto en el rendimiento, donde con la aplicación de ME favoreció el rendimiento del algodón.

En cuanto la absorción nutricional en el cultivo del algodón, se obtuvo buena respuesta al aplicar la materia orgánica (Estiércol de bovino), sobre todo en el en contenido total de potasio en las hojas, que fue mejor que la urea, en dosis 50 y 100 kg de N ha^{-1} de materia orgánica respectivamente, se obtuvo los mejores resultados en cuanto al contenido de potasio foliar.

7. RECOMENDACIONES

Replicar este tipo de trabajo de investigación para fomentar una siembra orgánica, rentable y sustentable para pequeños, medianos y grandes productores de algodón y de otras especies cultivables.

Continuar realizando este tipo de trabajos investigativos con otros tipos de abonos orgánicos en combinación con microrganismos eficiente para determinar su eficacia.

Agregar otros tipos de variables como porcentaje de resistencia de fibra y finura de fibra para así poder determinar la calidad del producto cosechado.

Incentivar a los agricultores a la siembra del algodón en la provincia de Manabí, para que este producto sea una fuente importante de ingreso económico para los productores agrícolas.

8. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, A; Rodríguez, J; Figueroa, J. (2017). Política ambiental: uso y manejo del estiércol en la Comarca Lagunera. *Acta Universitaria.* ISSN: 0188-6266. 27 (4). 3-12. https://doi.org/10.15174/au.2017.1270

Adare, Z; Srinivas, A; Rao, P; Prakash, R; Thatikunta, R. (2016). Association of weather variables with yield and yield components of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) at reproductive phenophase. *Full Length Research Paper.* 11 (29). 2555-2561. https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11090

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. *Revista digital Siembra.* ISSN: 1390-8928. 3 (1). 41-53. https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.211

Ali, H; Ahmad, M. (2020). Agronomic efficiency and profitability of cotton on integrated use of phosphorus and plant microbes. *Brazilian Journal of Biology.* ISSN 1519-6984. 1-11. https://doi.org/10.1590/1519-6984.232940

Amorocho, C. (2011). Caracterización y potencial probiótico de bacterias lácticas aisladas de leche de oveja Guirra. [Tesis de doctorado. Universidad Politécnica de Valencia. Ecuador]. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13830/tesisUPV3685.pdf?sequence=6

Arias, C. (2014). *Rendimiento del algodón bajo estrés hídrico en el suelo.* [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Antonio Narro. México]. http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/109

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

Barreros, E. (2017). *Efecto de la relación carbono/nitrógeno en el tiempo de descomposición del abono de cuy (Cavia porcellus), enriquecido.* [Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador]. https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25395

Beltrão, N; Silva, L; Márquez, J; Dionizio, G; De França, F; Pereira, W. (2010). O cultivo do algodão orgânico no semi-árido Brasileiro. *Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)*. ISSN: 1981-8203. 5 (5). 8-13. https://www.researchgate.net/publication/279439921_O_CULTIVO_DO_ALGODAO_ORGANICO_NO_SEMI-ARIDO_BRASILEIRO

Blaise, D; Singh, J.V; Bonde, A.N; Tekale, C; Mayee, C. (2005). Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fibre quality and nutrient balance of rainfed cotton (*Gossypium hirsutum*). *Bioresource Technology*. 96 (3). 345-349. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852404001439

Bozorov, T; Usmanov, R; Yang, H; Hamdullaev, A; Musayev, S; Shavkiev, J; Nabiev, S; Zhang, D; Abdullaev, A. (2018). Effect of water deficiency on relationships between metabolism, physiology, biomass, and yield of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Arid Land.* 10 (3). 441-456. https://doi.org/10.1007/s40333-018-0009-y

Broetto, F; Marchese, F; Dos Santos, R; Barros, E; Bressan, F; Castillo, M. (2013). Crecimiento vegetativo, producción y calidad de las fibras en plantas de algodonero sometidas a estrés mineral *IDESIA.* ISSN: 0718-3429. 31 (1). 78-86. https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v31n1/art10.pdf

Burbano, O; Montes, K; Pastrana, I; Cadena, J. (2017). Introducción y desarrollo de variedades de algodón Upland en el sistema productivo colombiano: Una revisión. *Revista Ciencia y Agricultura.* ISSN:0122-8420. 10 (5). 29-44. https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n1.2018.7754

Cabos, J; Bardales, C; León, C; Gil, L. (2019). Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. *Arnaldoa.* ISSN: 1815-8242. 26 (3). 1165-1176. http://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26321

Cáceres, R. (2012). *Respuesta a la fertilización orgánica e inorgánica del Algodón en el Suroeste de Chaco, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Argentina (INTA).* Consultado el 17de mayo del 2019. URL: https://inta.gob.ar/documentos/respuesta-a-la-fertilizacion-organica-e-inorganica-del-algodon-en-el-suroeste-de-chaco

Cañarte, E; Sotelo, R; Navarrete, B. (2020). Generación de tecnologías para incrementar la productividad del algodón *Gossypium hirsutum* L. en Manabí, Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*. ISSN: 2528-7737. 13 (33). 1-17. http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/1085/1096

Castellanos, J; Márquez, D; Etchevers, A; Aguilar, S; Salinas J. (1996). Long-term effect of dairy manure on forage yields and soil properties in an arid irrigated region of Northern Mexico. *Terra.* 14. 51-158. https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=MX1998A01130

Cevheri, C; Abmet, A. (2017). Research on the Effects of NPK (Chemical fertilizer) and Organic Fertilizers Used for Some Cotton Species (*Gossypium hirsutum* L.) Grown In Semi-arid Climate Conditions on Growing Crops, Growing Crop Elements and Sustainable Agriculturea. *Journal of Agricultural.* ISSN: 2651-4044. 32 (2). 1-17. https://pdfs.semanticscholar.org/c63f/a44140c48dccb375309d09464fd66b4f9b14.pdf

Chen, J; Liu, L; Wang, Z; Sun, H; Zhang, Y; Bai, Z; Li, C. (2019). Nitrogen Fertilization Effects on Physiology of the Cotton Boll–Leaf System. *Agronomy*. 9 (6). 2-16. https://doi.org/10.3390/agronomy9060271

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

Cordero, I. (2013). *Caracterización química del estiércol y su manejo en explotaciones de lechería familiar de los altos de jalisco*. [Tesis de pregrado. Universidad De Guadalajara. México]. http://repositorio.cualtos.udg.mx:8080/jspui/handle/123456789/535

Cruz, Y; Alayón, J; Morón, A. (2017). The effect of organic and chemical fertilization in green tomato plants (*Physalis ixocarpa* Brot. Ex Horn) in Calakmul, Campeche (Mexico). *Avances en Investigación Agropecuaria*. ISSN: 0188789-0. 21 (2). 41-53. http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2017/mayo/3.pdf

Duarte, R. (2011). *Validación del manejo integrado (modificado) del picudo del algodonero en San Pedro y Matamoros.* [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Antonio Narro. México]. http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/2172

Eghball, B; Wienholdy, B; Gilleyz, J; Eigenberg, R. (2002). Mineralization of manure nutrients. *In Journal of Soil and Water Conservation.* 75 (6). 470-473. https://digitalcommons.unl.edu/biosysengfacpub/139/
Citado por (Del Pino *et al*., 2007).

Eyhorn, F; Ratter, S; Ramakrishnan, M. (2005). *Organic Cotton Crop Guide. Research Institute of Organic Agriculture (FIBL).* 1st Edition. ISBN 3-906081-67-2. Consultado el 14 de junio del 2020. URL: https://pdfs.semanticscholar.org/beb9/9d13d74951f645e61ebdf52cfae15dbd67ae.pdf

Feijoo, M; Mesa, J. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista científica Agroecosistemas.* 4 (2). 31-40. https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/84

Ferreira, M; De Lima; F; Sintra, F; Alencar, C; Dos Santos, E; Da Silva, G. (2018). Crescimento e produtividade do algodoeiro herbáceo submetido à adubação orgânica. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável.* 8 (2). 52-61. https://doi.org/10.21206/rbas.v8i2.475

Figueroa, F; Cueto, J; Delgado, J; Núñez, G; Reta, D; Quiroga, H; Faz, R; Márquez, J, (2010). Estiércol de bovino lechero sobre el rendimiento y recuperación aparente de nitrógeno en maíz forrajero. T*erra Latinoamericana*. ISSN 0187-5779. 28 (4). 361- 369. http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v28n4/v28n4a8.pdf

Fortis, M; Leos, J; Preciado, P; Orona, I; García, J.A; García, J.L. Orozco, J. (2009). Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. *Revista Científica Terra Latinoamericana.* 27 (4). 229-236. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57313040007

Fryxell, P.A. (1976). The natural history of the cotton tribe (Malvaceae, Tribe Gossypieae). Texas A&M University Press. 245 pp. (Citado por Krapovickas y Seijo, 2008).

Garcia, J. (2020). *Importancia de las bacterias Gram positivas en la agricultura*. [Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador]. http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8515

Garcia, L. (2019). *Proceso de reproducción de bacterias fototróficas mediante bio fermentación.* [Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador]. http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/5433

Geisseler, D; Scow, K. (2014). Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms – A review. *Soil Biology & Biochemistry*. 75. 54-63. http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.03.023

Gonzales, H; Sadeghian, S. (2020). Producción de café en respuesta al fraccionamiento de la fertilización. *Cenicafé.* 71 (1). 54-67. https://doi.org/10.38141/10778/1120

Guimarães, H; Oliveira, J; Teixeira, Y; Shigueru, R. (2017). Adubação nitrogenada de cobertura em diferentes estádios fenológicos e cultivares de algodão em tangará da serra-mt. *Agroecossistemas*. 9 (1). 2-10. http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v9i1.4814

Günaydin, G; Ali, O; Palamutcu, S; Dündar, H; Özkan, N; Kıvılcım, N. (2018). Organic Cotton and Cotton Fiber Production in Turkey, Recent Developments. *Chapter*. 101-125. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8782-05

Gutiérrez, L; Seguro, S; Arenas, J; Moreno, J. (2012). Evaluación del poder fertilizante de dos abonos orgánicos preparados con microorganismos eficientes en plantas de tomate y maíz. *Journal of Agriculture n¿and Animal Sciences.* 1 (2). 8-14. http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/jals/article/view/375

Hatfield, J y Prueger, J. (2015). Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes.* 10. 4-10. https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.08.001

Hernández, I. (2013). Evaluación de características agronómicas y rendimiento de cuatro variedades de algodonero (*Gossypium barbadense* L.) tipo deltapine. [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Antonio Narro. México]. http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/7016

Higa, T; Wood, M. (2009). *Effective Microorganisms for Sustainable Community Development*. Pág. 1-4. Consultado el 26 de junio del 2020. URL: https://www.envismadrasuniv.org/pdf/Effect%20Microorganisms.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://link.springer.com/article/10.1186/s12870-017-0981-y

Hussain, M; Faizan, A; Nawaz, A; Nawaz, M; Sattar, A; Allah, A; Wakeel, A. (2020). Efficacy of fertilizing method for different potash sources in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) nutrition under arid climatic conditions. 15 (1). 1-9. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228335

Hussain, T; Parr, J; Jilani, G; Haq, M.A. (1999). Rice and wheat production in Pakistan with Effective Microorganisms. *American Journal of Alternative Agriculture*. 14 (1). 30-36. https://doi.org/10.1017/S0889189300007980

Instituto Nacional de Innovación Agraria. (INIA). (2014). Cultivo del algodón en la región Lambayeque. 2 edición. Consultado el 10 de abril del 2019. URL: http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/169/1/Cultivo_algodonero_Lambayeque_2009.pdf

Iqbal, B; Kong, F; Ullah, I; Ali, F; Li, S; Wang, J; Ali, W; Zhou, Z. (2020). Phosphorus Application Improves the Cotton Yield by Enhancing Reproductive Organ Biomass and Nutrient Accumulation in Two Cotton Cultivars with Different Phosphorus Sensitivity. *Agronomy*. 10 (2). 2-21. https://doi.org/10.3390/agronomy10020153

Javaid, A; Bajwa, R. (2011). Field evaluation of eff ective microorganisms (EM) application for growth, nodulation, and nutrition of mung bean. *Turk J Agric For*. 35. 443-452. URL: file:///C:/Users/user/Downloads/TJAF-35-4-11-1001-599.pdf

Kawakami, E; Oosterhuis, D; Snider, J; Mozaffari, M. (2012). Physiological and yield responses of field-grown cotton to application of urea with the urease inhibitor NBPT and the nitrification inhibitor DCD. *European Journal of Agronomy*. 43. 47-154. https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.06.005

Khaliq, A; Abbasi, K; Hussain, T. (2006). Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresource Technology*. 96. (8). 967-972. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.05.002

Lascano, C (2015). *Efecto de tres aceleradores de degradación en el tiempo del compostaje utilizando residuos sólidos orgánicos urbanos en huanchaco*, Trujillo. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Trujillo. Perú]. http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/7643

Li, F; Fan, G; Lu, C; Xiao, G; Zou, C; Kohel, R; Ma, Z; Shang, H; Ma, X; Wu, J; Liang, X; Huang, G; Percy, R. et al. (2015). Genome sequence of cultivated Upland cotton (*Gossypium hirsutum* TM-1) provides insights into genome evolution. *Nature Biotechnology*. ISSN:0122-8420. 33 (5).524-532. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25893780

Li, P; Rashid, H; Chen1, T; Lu, Q; Gong, W; Liu, A; Gong, J; Shang, H; Xiao, D; Li, J; Li; S; Xiao, X; Zhang, L; Duan, L; Zou, X; Zhang, Z; Jiang, X; Zhang. (2019). Transcriptomic and biochemical analysis of upland cotton (*Gossypium hirsutum*) and a chromosome segment substitution line from *G. hirsutum* × *G. barbadense* in response to *Verticillium dahliae* infection. *BMC Plant Biology.* 19 (19). 21-24. https://doi.org/10.1186/s12870-018-1619-4

López, E; Gil, A. (2017). Fenología de *Gossypium raimondii* Ulbrich "algodón nativo" de fibra de color verde. *Scientia Agropecuaria*. 8 (3). 267-271. http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/1561/1586

López, J; Salazar, E; Trejo, H; Garcia, J; Navarro, M; Vásquez, C. (2014). Producción de algodón con altas densidades de siembra usando fertilización orgánica. *Revista Internacional de Botánica Experimental.* ISSN: 0031-9457. 83. 237-242. http://www.revistaphyton.fund-romuloraggio.org.ar/vol83/LopezMartinez.pdf

Luo, Q; Bangue, M; Clancy, L. (2014). Cotton crop phenology in a new temperature regime. *Ecological Modelling*. ISSN: 03043800. 285. 22-29. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.04.018

Macagnan, D; Romeiro, R; Pomella, A; De Sousa, J. (2008). Production of lytic enzymes and siderophores, and inhibition of germination of basidiospores of Moniliophthora (*ex Crinipellis*) perniciosa by phylloplane actinomycetes. *Biological Control.* 47 (3). 309-314. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.08.016

Maples, R; M. Frizzell. (1985). Effects of varying rates of nitrogen on three cotton cultivars. Bull. 822. Arkansas Agric. Exp. Station. Fayetteville, AR. (Citado por Palomo *et al*., 2004).

Martínez, J. (2011). *Validación del método manejo integrado (modificado) del picudo algodonero en francisco 1. Madero. Coah. Y Gómez Palacios. DGO.* [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Antonio Narro. México]. http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/2173

Meena, S; Meena, V. (2017). Importance of Soil Microbes in Nutrient Use Efficiency and Sustainable Food Production. *Agriculturally Important Microbes for Sustainable.*1-22. https://www.researchgate.net/publication/319935165
Citador por (Morocho y Mora, 2019).

Mellek, J; Dieckow, J; Lopesda, V; Favaretto, N; Pauletti, V; Machado, F; Moretti, J. (2010). Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of Southern Brazil. *Soil y Tillage Research.* 110 (1). 69-76. https://doi.org/10.1016/j.still.2010.06.005

Méndez, J; Rondón, A; Merazo, J. (1997). Heterobeltiosis en algodón (*gossypium hirsutum* l.): rendimiento de algodón en rama, sus componentes y calidad de la fibra. *Bioagro.* ISSN 1316-3361. 9. (3). 77-85. http://www.revencyt.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/bioag/v9n3/articulo02.pdf

Meyer, L. (2020). *Cotton and Wool Outlook. United states department of agriculture (USDA).* Consultado el 22 de junio del 2020. URL: https://www.ers.usda.gov/topics/crops/cotton-wool/

Meza, D. (2019). *Microorganismos eficientes como biodegradadores de residuos sólidos orgánicos domiciliarios y del estiércol de cerdo para la producción de abono en Carabayllo, 2019.* [Tesis de pregrado. Universidad Cesar Vallejo. Perú]. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41770

Molina, E. (2003). *Fertilizantes: caracterización y manejo. Conceptos básicos y definiciones. "Conferencia" Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica*. Consultado el 10 de abril del 2019. URL: http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizantes.pdf

Monsalve, L. (2010). Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas.* 4 (1). 109-125. http://soccolhort.com/revista/pdf/magazin/Vol4/vol.4%20no.1/Vol.4.No.1.Art.10.pdf

Morales, J; Rubí, M; López, J; Martínez, A; Morales, E. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.* ISSN 2007-0934. 10 (8). 1875- 1886. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7230619

Morocho, M; Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Revista Científica Centro Agrícola.* ISSN 0253-5785. 46 (2). 93-103. http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf

Muñoz, E; Pupiales, P; Navia, J. (2011). Evaluación del estado actual del nitrógeno en el arreglo silvopastoril aliso (*Alnus jorullensis* H B y K) kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.). *Revista de ciencias agrícolas.* ISSN 0120-0135. 28 (1). 161-175. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104120

Orozco, J; Palomo, A; Gutiérrez, E; Espinoza, A; Hernández, V. (2008). Dosis de nitrógeno y su efecto en la producción y distribución de biomasa de algodón transgénico. *Terra Latinoamericana.* 26 (1). http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v26n1/v26n1a4.pdf

Palomo, A; Gaytán, A; Ávila, G. (2003). Rendimiento, componentes del rendimiento y calidad de fibra del algodón en relación con la dosis de nitrógeno y la densidad poblacional. *Revista Fitotecnia Mexicana*. ISSN: 0187-7380. 26 (3). 167-171. URL: https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/26-3/6a.pdf

Palomo, A; Gaytán, M; Contreras, A; Sánchez, R; Gutiérrez, D. (2004). Rendimiento y calidad de fibra de algodón en respuesta al número de riegos y dosis de nitrógeno. *Terra Latinoamericana.* 22 (3). 299-305. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57322306

Pantoja, R. (2014). *Evaluación de diferentes dosis de abonos orgánicos de origen animal en el comportamiento agronómico, del cultivo de brócoli en la zona de Huaca, Provincia del Carchi.* [Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador]. http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/691

Parra, R. (2010). Bacterias acidas lácticas: papel funcional en los alimentos. *Facultad de Ciencias Agropecuaria.* 8 (1). 94-105. http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a12.pdf

Paulino, (2017). *Diversidad de entomofauna en algodonero Gossypium hirsutum convencional y transgénico.* [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México]. http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/42640?show=full

Peláez, (2018). *Establecimiento de las bases genéticas para la mejora del algodón en el Valle del Guadalquivir*. [Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. España]. https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/16767

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

Pérez, F; León, J; Galindo, N. (2015). Actinomicetos aislados del compost y su actividad antagonista a fitopatógenos de la papa (*Solanum tuberosum* spp. *Andigena Hawkes*). *Revista Mexicana de fitopatología.* ISSN 0185-3309. 33 (2). 116-139. https://www.redalyc.org/pdf/612/61242145001.pdf

Pettigrew, W.T. (2016). Molecular biology and physiologycotton. Photosynthetic Regulation through Nutrient and Water Availability. *The Journal of Cotton Science.* 20 (3). 237-245. https://www.cotton.org/journal/2016-20/3/upload/JCS20-237.pdf

Quispe, Y; Fernández, C. (2017). Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* l.), municipio de Achocalla. *Revista Apthapi.* ISSN: 2519-9382. 3 (33). 652-666. http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/161

Ramirez, J; Rosas, P; Velasquez, M; Ulloa, J; Arce, F. (2011). Bacterias lácticas: importancia em alimentos y su efectos en la salud. *Revista fuente.* ISSN: 2007-0713. 2 (7). 1-16. http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/436

Ramírez, M. (2006). *Tecnología de microorganismo eficientes (ME) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible.* [Tesis de pregrado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga-Colombia].

Ramos, C. (2019). Identificación y caracterización de actinomicetos aislados del tracto digestivo de gallinas criollas. [Tesis de pregrado. Universidad Agraria Nacional La Molina. Perú]. http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4144

Ramos, D; Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales.* 34 (4). 52-59. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193232493007

Retes, R; Moreno, S; Denogean, F; Martín, M; Ibarra, F. (2015). Análisis de rentabilidad del cultivo de algodón en sonora. *Revista Mexicana de Agronegocios.* ISSN: 1405-9282. 36. 1156-1166. http://www.redalyc.org/pdf/141/14132408002.pdf

Reyes, P. (2014). *El algodón Pima Peruano: cultivo y manejo agronómico. 1 edición. Universidad Nacional de Piura*. Consultado el 10 de abril del 2019. URL: http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1139/Libro%20Algodon.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rigon, J; Neto, J; Capuani, S; Beltrão, N; Silva, F. (2011). Utilização de nitrogênio e níquel durante o crescimento do algodão. *Centro Científico Conhecer – Goiânia.* 7 (13). 1019-1026. http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20agrarias/utilizacao.pdf

Rodriguez, J. (2011). *Efeito de inibidores de urease e de nitrificação na volatilização de nh3 pela aplicação superficial de uréia no solo.* [Tese de pós graduação. Instituto agronômico curso de pós-graduação em agricultura tropical e subtropical. Brasil]. https://bv.fapesp.br/pt/bolsas/111358/efeito-de-inibidores-de-urease-e-de-nitrificacao-na-volatilizacao-de-nh3-com-o-uso-de-ureia/

Rojas, C; Cuzquén, C; Delgado, G. (2014). Propagación clonal in vitro y enraizamiento de estacas de algodón nativo (*Gossypium barbadense* L.). *Acta Agronomica.* 62 (4). 312-320. http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v62n4/v62n4a04.pdf

Rosa, H; Ferreira, R; Vieira, D; Werner, O; Moreno, J; Oliveira, M. (2012). Nitrogênio na cultura do Algodão. *Acta Iguazu, Cascavel.* ISSN: 2316-4093. 1 (1). 64-68. http://portalpos.unioeste.br/media/File/energia_agricultura/Nitrogenio_na_cultura_do_algodao.pdf

Salazar, E; Trejo, H; Lopez, 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*. ISSN: 2395-8030. 28 (4). 381-390. http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v28n4/v28n4a10.pdf

Saleem, M.F; Bilal, M; Awais, M; Shahid, Q; Anjunm, A. (2010). Effect of nitrogen on seed cotton yield and fiber qualities of cotton (gossypium hirsutum l.) cultivars. *The Journal of Animal & Plant Sciences.* ISSN: 1018-7081. 20 (1).23-27. https://www.researchgate.net/publication/266456599

Scarpín, G; Mieres, L; Paytas, M. (2016). Evaluación de la fertilización complementaria en dos variedades de algodón. *Voces y Ecos.* 36. 8-11. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_vye_no_36_2_evaluacion_de_la_fertilizacion_complementarias_en_dos_variedades_de_algodon_0.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.* ISSN: 0190-4167. 42 (2).1-16. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904167.2018.1551492

Sosa, B; Sánchez, M; García, M; Marden, D; Rodríguez, J; Sosa, G. (2019). Dinámica de nitrógeno del suelo en agroecosistemas bajo el efecto de abonos verdes. *Acta Agronómica*. ISSN 0120-2812. 68 (4). 257-264. https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/71963

Su, P; Tan, X; Li, C; Zhang, D; Cheng, J; Zhang, S; Zhou, X; Yan, O; Peng, J; Zhang, Z; Liu, Y; Lu, X. (2017). Photosynthetic bacterium Rhodopseudomonas palustris GJ-22 induces systemic resistance against viruses. *Microb Biotechnol.* 10 (3). 612-624. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28296178/

Suarez, M; Garrido, C; Guevara, N; Rodriguez, C. (2016). Levadura Saccharomyces cerevisiae y la producción de alcohol. *Revista* ICIDCA. ISSN: 0138-6204. 50 (1). 20-28. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223148420004

Toalombo , R. (2012). *Evaluación de microorganismos eficientes autoctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (Allium fistulosum).* Tesis de pregrado. [Universidad Técnica de Ambato. Ecuador]. https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/2217/1/Tesis-22agr.pdf

Torrez, A. (2017). *Importación de fibra de algodón (gossypium spp.) americano en el Perú*. [Tesis de pregrado. Universidad Agraria la Molina. Lima-Perú]. http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2977

Vásquez, S; Suárez, H; Zapata, S. (2009). Utilización de sustancias antimicrobianas producidas por bacterias acido lácticas en la conservación de la carne. *Revista Chilena de Nutricion.* ISSN 0717-7518. 36 (1). 64-71. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.10.026

Vargas, O; Trujillo, J; Torres, M. (2019). El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *Orinoquia*. ISSN: 2011-2629. 23 (2). 123-129. https://doi.org/10.22579/20112629.575

Vitti, A; Ocheuze, P; De Castro, G; Coutinho, H; Rodríguez, I; Faroní, C. (2007). Produtividade da cana-de-açúcar relacionada à localização de adubos nitrogenados aplicados sobre os resíduos culturais em canavial sem queima *Revista Brasileira de Ciência do Solo.* 31 (3). 491-498. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000300009.

Vurukonda, S; Giovanardi, D; Stefani, E. (2018). Plant Growth Promoting and Biocontrol Activity of *Streptomyces* spp. as Endophytes. *International Journal of Molecular Sciences.* 19 (4). 1-26 https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29565834/

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

Wendel, J; Grover, C. (2015). T*axonomy and Evolution of the Cotton Genus, Gossypium. Copyright.* 2 edición Pág. 1-20. Consultado el 10 de abril del 2019 URL: https://dl.sciencesocieties.org/publications/books/abstracts/agronomymonogra/agronmonogr57/agronmonogr57.2013.0020?access=0&view=pdf

Xin, X; Zhang, J; Zhu, A; Zhang, C. (2016). Effects of long-term (23 years) mineral fertilizer and compost application on physical properties of fluvo-aquic soil in the North China Plain. *Soil y Tillage Research.* 156. 166-172. http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2015.10.012

Xiao, J; Yin, X. (2019). Nutrient Management in Cotton. This edition first published. Editorial Office the Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK. Edited by: Khawar Jabran and Bhagirath Singh Chauhan. ISBN: 9781119385493.Pag. 400. Consultado el 24 de septiembre del 2020. URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119385523

Kumar, P; Sharma, M.K. (2013). Nutrient Deficiencies of Field Crops, 311–323. Tarxien, Malta: Gutenberg Press Ltd. Citado por (Xiao; Yin, 2019).

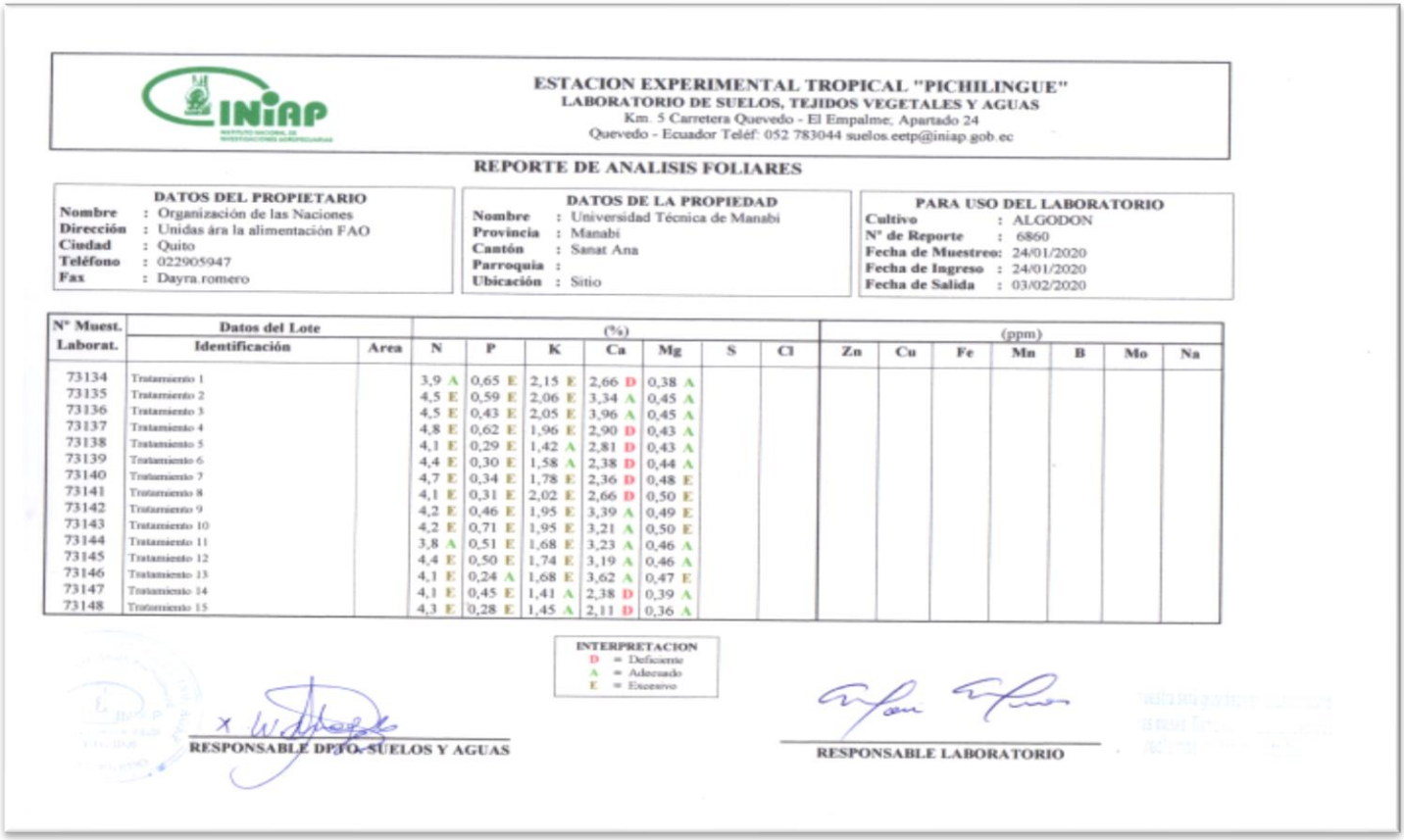
Yang, Z; Jiang, Z; Hse, C. Y; Liu, R. (2017). Assessing the impact of wood decay fungi on the modulus of elasticity of slash pine (*Pinus elliottii*) by stress wave non-destructive testing. *International Biodeterioration y Biodegradation*. 117. 123-127. https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2016.12.003
Citador por (Morocho y Mora, 2019).

Yousaf, M; Li, J; Lu, J; Ren, T; Cong, R; Fahad, S; Li, X. (2017). Effects of fertilization on crop production and nutrient-supplying capacity under rice-oilseed rape rotation system. *Scientific Reports.* 7. 1-9. https://www.nature.com/articles/s41598-017-01412-0.pdf

Zonta, H; Neiva, Z; Sofiatti, V; Cortez, J; Bezerra, Medeiros, J. (2016). Irrigation and nitrogen effects on seed cotton yield, water productivity and yield response factor in semi-arid environment. ISSN:1835-2707. *Australian Journal of.* 10 (1). 118-126. https://www.researchgate.net/publication/295673636_Irrigation_and_nitrogen_effects_on_seed_cotton_yield_water_productivity_and_yield_response_factor_in_semiarid_environment

9. ANEXOS

Anexo 1. Resultado de análisis de la concentración de nitrógeno, fosforo y potasio en las hojas del algodón, realizado en la Estación Experimental Tropical "Pichilingue" INIAP.



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

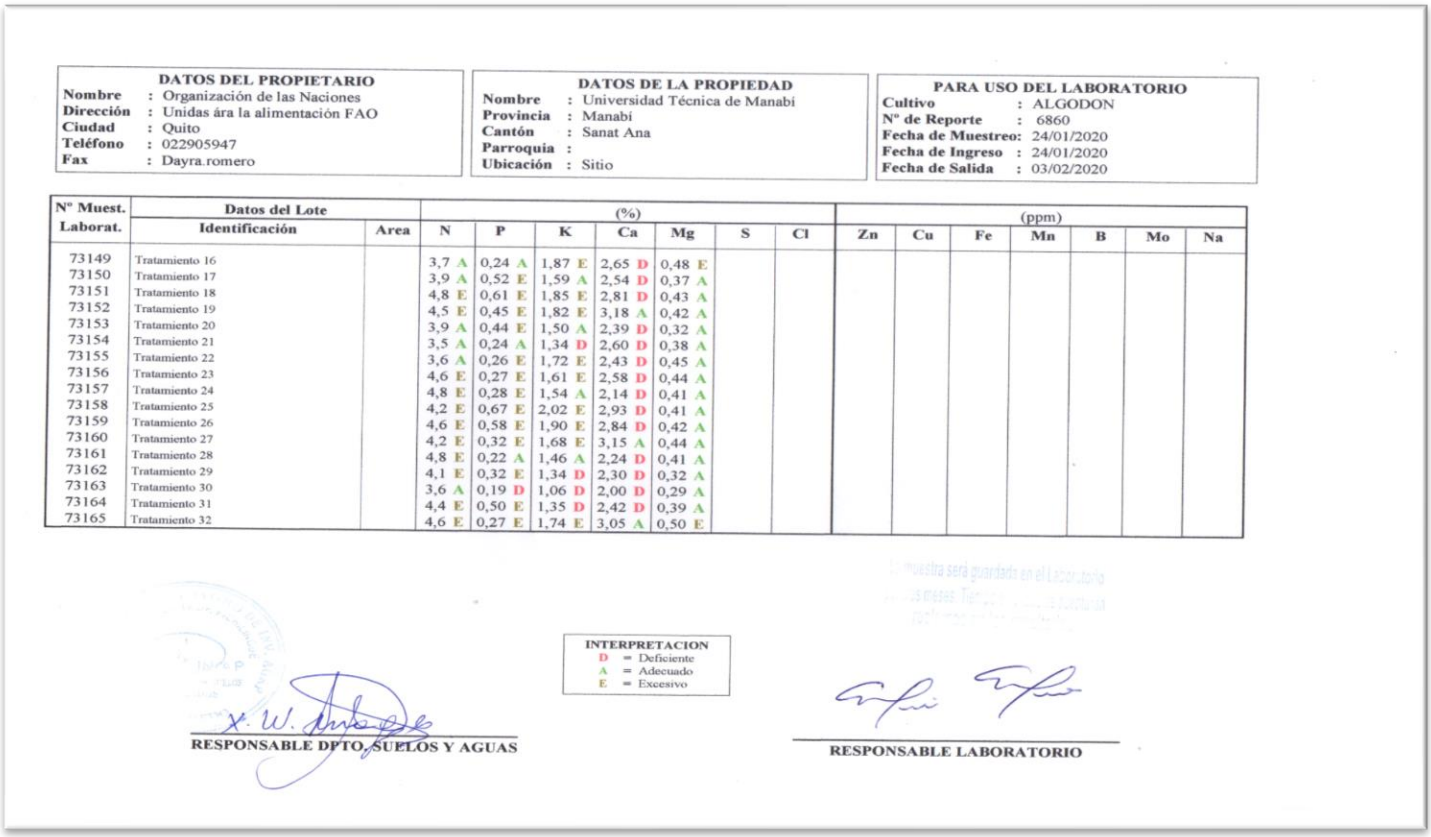
DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Organización de las Naciones	Nombre	: Universidad Técnica de Manabí	Cultivo	: ALGODON
Dirección	: Unidas ára la alimentación FAO	Provincia	: Manabí	N° de Reporte	: 6860
Ciudad	: Quito	Cantón	: Sanat Ana	Fecha de Muestreo:	24/01/2020
Teléfono	: 022905947	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 24/01/2020
Fax	: Dayra.romero	Ubicación	: Sitio	Fecha de Salida	: 03/02/2020

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote Identificación	Area	(%) N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	(ppm) Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na
73134	Tratamiento 1		3,9 A	0,65 E	2,15 E	2,66 D	0,38 A									
73135	Tratamiento 2		4,5 E	0,59 E	2,06 E	3,34 A	0,45 A									
73136	Tratamiento 3		4,5 E	0,43 E	2,05 E	3,96 A	0,45 A									
73137	Tratamiento 4		4,8 E	0,62 E	1,96 E	2,90 D	0,43 A									
73138	Tratamiento 5		4,1 E	0,29 E	1,42 A	2,81 D	0,43 A									
73139	Tratamiento 6		4,4 E	0,30 E	1,58 A	2,38 D	0,44 A									
73140	Tratamiento 7		4,7 E	0,34 E	1,78 E	2,36 D	0,48 E									
73141	Tratamiento 8		4,1 E	0,31 E	2,02 E	2,66 D	0,50 E									
73142	Tratamiento 9		4,2 E	0,46 E	1,95 E	3,39 A	0,49 E									
73143	Tratamiento 10		4,2 E	0,71 E	1,95 E	3,21 A	0,50 E									
73144	Tratamiento 11		3,8 A	0,51 E	1,68 E	3,23 A	0,46 A									
73145	Tratamiento 12		4,4 E	0,50 E	1,74 E	3,19 A	0,46 A									
73146	Tratamiento 13		4,1 E	0,24 A	1,68 E	3,62 A	0,47 E									
73147	Tratamiento 14		4,1 E	0,45 E	1,41 A	2,38 D	0,39 A									
73148	Tratamiento 15		4,3 E	0,28 E	1,45 A	2,11 D	0,36 A									

INTERPRETACION
D = Deficiente
A = Adecuado
E = Excesivo

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO



DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Organización de las Naciones	Nombre	: Universidad Técnica de Manabí	Cultivo	: ALGODON
Dirección	: Unidas ára la alimentación FAO	Provincia	: Manabí	N° de Reporte	: 6860
Ciudad	: Quito	Cantón	: Sanat Ana	Fecha de Muestreo:	24/01/2020
Teléfono	: 022905947	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 24/01/2020
Fax	: Dayra.romero	Ubicación	: Sitio	Fecha de Salida	: 03/02/2020

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote Identificación	Area	(%) N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	(ppm) Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na
73149	Tratamiento 16		3,7 A	0,24 A	1,87 E	2,65 D	0,48 E									
73150	Tratamiento 17		3,9 A	0,52 E	1,59 A	2,54 D	0,37 A									
73151	Tratamiento 18		4,8 E	0,61 E	1,85 E	2,81 D	0,43 A									
73152	Tratamiento 19		4,5 E	0,45 E	1,82 E	3,18 A	0,42 A									
73153	Tratamiento 20		3,9 A	0,44 E	1,50 A	2,39 D	0,32 A									
73154	Tratamiento 21		3,5 A	0,24 A	1,34 D	2,60 D	0,38 A									
73155	Tratamiento 22		3,6 A	0,26 E	1,72 E	2,43 D	0,45 A									
73156	Tratamiento 23		4,6 E	0,27 E	1,61 E	2,58 D	0,44 A									
73157	Tratamiento 24		4,8 E	0,28 E	1,54 A	2,14 D	0,41 A									
73158	Tratamiento 25		4,2 E	0,67 E	2,02 E	2,93 D	0,41 A									
73159	Tratamiento 26		4,6 E	0,58 E	1,90 E	2,84 D	0,42 A									
73160	Tratamiento 27		4,2 E	0,32 E	1,68 E	3,15 A	0,44 A									
73161	Tratamiento 28		4,8 E	0,22 A	1,46 A	2,24 D	0,41 A									
73162	Tratamiento 29		4,1 E	0,32 E	1,34 D	2,30 D	0,32 A									
73163	Tratamiento 30		3,6 A	0,19 D	1,06 D	2,00 D	0,29 A									
73164	Tratamiento 31		4,4 E	0,50 E	1,35 D	2,42 D	0,39 A									
73165	Tratamiento 32		4,6 E	0,27 E	1,74 E	3,05 A	0,50 E									

INTERPRETACION
D = Deficiente
A = Adecuado
E = Excesivo

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 2. Resultado de análisis de la concentración de nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio de el estiércol de vaca de la "Teodomira", realizado en la Estación Experimental Tropical "Pichilingue" INIAP.

INIAP

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km 5 Carretera Quevedo – El Empalme
Mocache – Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201

Nombre del Propietario :	Organización de las Naciones Unidas FAO	Telf.		Reporte N° :	6860
Nombre de la Propiedad :	Universidad Técnica de Manabí	Cultivo :	Abonos	Fecha de muestreo :	24-01-2020
Localización :	Santa Ana		Manabí	Fecha de ingreso:	24-01-2020
	Parroquia	Cantón	Provincia	Fecha salida resultados	03/02/2020

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL DE ABONOS ORGÁNICOS

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Concentración %						ppm				
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso
73166	Tratamiento 34 Gallinaza	3.0	0.71	2.33	2.69	0.59						
73167	Tratamiento 35 Torta de Piñón	2.1	0.91	2.59	0.93	0.56						
73168	Tratamiento 35 Estiércol de vaca	3.9	0.58	1.58	1.42	0.50						

Observaciones: ----------

Dr. Manuel Carrillo Zenteno
RESPONSABLE DPTO.

LABORATORISTA

Anexo 3. Cultivo de algodón con sus respectivos rótulos para identificar los tratamientos y bloques y poder determinar las dosis a aplicar.

Anexo 4. Llenado de fertilizantes orgánica e inorgánica con sus respectivas dosis de 50, 100, 150 y 200 kg N/ha^{-1}.

Anexo 5. Aplicación de fertilización orgánica e inorgánica con sus respectivas dosis de 50, 100, 150 y 200 kg N/ha^{-1}.

Anexo 6. Desmalezada del cultivo de algodón con la ayuda de moto guadaña y machete.

Anexo 7. Toma de datos: Diámetro y altura de planta.

Anexo 8. Toma de datos: Longitud y diámetro de la bellota.

Anexo 9. Recolección de bellotas en campo para sus respectivas separaciones y tomar el peso de fibra, semilla y bellota, realizado en el laboratorio de fisiología vegetal.

Anexo 10. Cosecha de algodón de acuerdo a su bloques y tratamientos y dosis de aplicación.

Anexo 11. Peso de algodón de acuerdo a su bloques y tratamientos y dosis de aplicación.

Anexo 12. Cosecha de algodón, llenos en sacos orgánicos donados por la FAO.

Anexo 13. Grupo de trabajo con diferentes tesis y variables en el mismo campo de algodón.