



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
ESCUELA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

MODALIDAD

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO

TEMA

**“EFECTO DE POLLINAZA Y TORTA DE PIÑÓN COMO FUENTES
NITROGENADAS EN CUATRO DOSIS SOBRE EL DESARROLLO PRODUCTIVO
DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.)”**

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN

AUTORES

BRAVO PICO HÉCTOR ALEJANDRO

CEDEÑO CEDEÑO JOSÉ GREGORIO

TUTOR

ING. FREDDY ZAMBRANO GAVILANES Ph.D.

SANTA ANA – MANABÍ – ECUADOR, 2021

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por brindarme la salud, haber sido mi guía y mi sustento espiritual en cada etapa de mi vida.

Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido y le agradezco a mi padre y abuelos que siempre me apoyaron para continuar con mi proceso de formación.

Agradezco mucho la ayuda de mis maestros, mis compañeros, y a la universidad en general por todos los conocimientos y enseñanzas que me otorgaron.

Héctor Alejandro Bravo Pico

DEDICATORIA

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y felicidad.

Le doy gracias a mis padres por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir, y a mi hermana por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo y a todas las personas que me apoyaron y creyeron la realización de esta tesis.

José Gregorio Cedeño Cedeño

AGRADECIMIENTO

El trabajo investigativo se lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerzas para continuar en este proceso de obtener unos de los anhelos más deseados.

A nuestros padres quienes dieron vida, educación, apoyo y consejos y a los compañeros de estudios maestros y amigos quienes nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecemos a nuestros docentes de la Universidad Técnica de Manabí de la Facultad de agronomía por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión de manera especial al Dr. Freddy Zambrano Gavilanes tutor de nuestro proyecto de investigación que ha guiado con su paciencia y su rectitud como docente por su valioso aporte para nuestra investigación .

Los autores.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
ESCUELA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**

TEMA: “EFECTO DE POLLINAZA Y TORTA DE PIÑÓN COMO FUENTES NITROGENADAS EN CUATRO DOSIS SOBRE EL DESARROLLO PRODUCTIVO DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.)”

TESIS DE GRADO

**Sometida a consideración del tribunal de revisión y sustentación y legalizada por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:
INGENIERÍA AGRONOMICA**

APROBADA

.....

PROFESOR (A) TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

.....

PROFESOR (A) MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

PROFESOR (A) MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

PROFESOR (A) MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

CERTIFICACION DEL TUTOR

ING. FREDDY ZAMBRANO GAVILANES Ph.D.: **CERTIFICA QUE:** EL TRABAJO DE TESIS, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO: **“EFECTO DE POLLINAZA Y TORTA DE PIÑÓN COMO FUENTES NITROGENADAS EN CUATRO DOSIS SOBRE EL DESARROLLO PRODUCTIVO DE ALGODÓN (*GOSSYPIUM HIRSUTUM* L.)** **Bravo Pico Héctor Alejandro, Cedeño Cedeño José Gregorio**, es trabajo original realizado por la egresada, durante el año 2020, trabajo de investigación que ha sido desarrollado bajo mi dirección y supervisión en todo su proceso.

Ing. Freddy Zambrano Gavilanes Ph.D.
TUTOR DE TESIS

DECLARATORIA

Quien realiza la siguiente investigación, Bravo Pico Héctor Alejandro y Cedeño Cedeño José Gregorio, en propiedad de autora del trabajo de titulación realizado sobre: **“EFECTO DE POLLINAZA Y TORTA DE PIÑÓN COMO FUENTES NITROGENADAS EN CUATRO DOSIS SOBRE EL DESARROLLO PRODUCTIVO DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.)”** Admitimos hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene este trabajo, con fines estrictamente académicos o de investigación.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	15
Objetivos específicos	19
3. MARCO TEÓRICO	20
3.1 Generalidades del cultivo de algodón	20
3.2 Morfología y fenología del algodón	23
3.3 Exigencias climáticas y de suelo en el cultivo de algodón.	29
3.4 Requerimientos nutricionales.	30
3.5 Fertilización orgánica en el cultivo de algodón.....	32
3.5.1 La pollinaza como fertilizante en el algodón	33
3.5.2 La torta de piñón como fertilizante.....	35
4. METODOLOGÍA.....	37
4.1 Ubicación del ensayo	37
4.2 Propiedades físicas y químicas del suelo.	38
4.3 Material vegetal.	38
4.4 Caracterización de la materia orgánica.	38
Tratamientos:.....	40
1. A1 B1= Pollinaza en 50 kg de N/ha ⁻¹	40
4.7 Hipótesis.	40

4.8 Definición de variables.....	40
4.9 Manejo del ensayo.	41
4.9.1 Preparación del suelo.	41
4.9.2 Siembra.	41
4.9.3 Fertilización y regulador de crecimiento.....	41
4.9.4 Control de malezas.....	42
4.9.5 Control Fitosanitario.	42
- Control de insectos.	42
- Control de enfermedades.	42
4.9.6 Cosecha.	43
4.10 Variables evaluadas.	43
4.11 Definición, selección de la muestra y recolección de los datos.	44
- Selección de la muestra.	44
- Recolección de datos.	45
4.12 Análisis de datos.	45
5.1. Efecto de tres fuentes nitrogenadas en cuatro dosis sobre el desarrollo productivo de algodón (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)”	46
8. BIBLIOGRAFÍA.....	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción mundial de algodón.....	21
Cuadro 2. Ramas vegetativas y ramas fructíferas	24
Cuadro 3. Tabla descriptiva de la Morfología del algodón.....	25
Cuadro 4. Fenología del algodón.....	28
Cuadro 5. Dosificación de los nutrientes para el crecimiento del cultivo del algodón, formulado por Reyes (2014).	32
Cuadro 6. Caracterización de pollinaza (Pareja, 2005).	34
Cuadro 7. Análisis químicos de macro y micronutrientes de la torta digerida y no digerida (Gavilanes <i>et al.</i> , 2020).....	36
Cuadro 8. Propiedades físicas y químicas del suelo del campus experimental La Teodomira.	38
Cuadro 9. Caracteres vegetativos y reproductivo de la variedad DP Acala 90 (Méndez <i>et al.</i> , 1997).....	38
Cuadro 10. Concentraciones de los fertilizantes orgánicos utilizados.	39
Cuadro 11. Resumen de análisis de varianza (p), de algunas variables del efecto de pollinaza y torta de piñón como fuentes nitrogenadas en cuatro dosis sobre el desarrollo productivo de algodón, Santa Ana - Manabí, 2021.....	47
Cuadro 12. Variables del desarrollo productivo de algodón en respuesta al efecto de la aplicación de pollinaza, torta de piñón y urea como fuentes nitrogenadas, Santa Ana - Manabí, 2021.....	49
Cuadro 13. Variables del desarrollo productivo de algodón en respuesta al efecto de cuatro dosis nitrogenadas, Santa Ana - Manabí, 2021.	50

Cuadro 14. Variables del desarrollo productivo de algodón en respuesta a la interacción entre fuente y dosis, Santa Ana - Manabí, 2021.....	51
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución morfológica del algodón	23
Figura 2. Descripción de la taxonomía del algodón	27
Figura 3. 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.....	37

RESUMEN

El algodón (*Gossypium hirsutum* L.) es un cultivo comercial no alimenticio muy importante por ser fuente importante de ingresos en divisas para algunos países. El cultivo de algodón es muy demandante en nutrientes especialmente en nitrógeno, siendo utilizado ampliamente en forma mineral que no es económicamente viable ni ambientalmente aceptable. Por eso se hace indispensable estudiar otras fuentes nitrogenadas orgánicas. El principal objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de pollinaza y torta de piñón como fuentes nitrogenadas en cuatro dosis sobre el desarrollo productivo de algodón. La presente investigación se realizó cabo entre los meses de noviembre de 2019 a abril de 2020, en el Campus Experimental 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. Se utilizó la variedad de algodón DP Acala 90. Se evaluaron 12 tratamientos utilizando el diseño experimental en bloques completamente al azar en arreglo factorial 3x4, correspondiendo a tres fuentes nitrogenadas dos a partir de materia orgánica siendo pollinaza y torta de piñón y un tratamiento usando urea, en cuatro dosis de N de sus fuentes (50, 100, 150, 200 kg de N ha⁻¹). Fueron medidas las siguientes variables, altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas por planta, materia seca foliar, índice de área foliar, índice de clorofila, contenido de NPK foliar, peso de 100 semillas, número de Bellotas por planta y el rendimiento por hectárea. Fue verificado mejor comportamiento en la fertilización orgánica con pollinaza y torta de piñón como fuente nitrogenada en las diferentes variables evaluadas del crecimiento vegetativo y en el rendimiento de algodón. No se obtuvo efectos de las fuentes nitrogenadas y dosis en el índice de clorofila. El uso de la torta de piñón como fertilizante resultó en mayores concentraciones foliares de NPK que las otras fuentes estudiadas.

PALABRAS CLAVE: dosis de fertilizante, estiércol, fuentes nitrogenadas, malvaceae, producción orgánica, torta de *Jatropha*

ABSTRAC:

Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) is a very important non-food cash crop as it is an important source of foreign exchange earnings for some countries. Cotton cultivation is very demanding in nutrients, especially nitrogen, widely used in a mineral form that is not economically viable or environmentally acceptable. That is why it is essential to study other organic nitrogen sources. The main objective of the present investigation was to evaluate the effect of chicken manure and pine nut cake as nitrogenous sources in four doses on the productive development of cotton. This research was carried out between November 2019 to April 2020 at the La Teodomira Experimental Campus belonging to the Faculty of Agronomic Engineering of the Technical University of Manabí, located in the Lodana Parish, belonging to the Santa Ana Canton, Province of Manabí. The cotton variety DP Acala 90 was used. Twelve treatments were evaluated using the experimental design in completely random blocks in a 3x4 factorial arrangement, corresponding to three nitrogen sources, two from organic matter being chicken manure and pine nut cake and treatment using urea, in four doses of N from their sources (50, 100, 150, 200 kg of N ha⁻¹). The following variables were measured, plant height, stem diameter, number of leaves per plant, foliar dry matter, leaf area index, chlorophyll index, leaf NPK content, the weight of 100 seeds, number of bolls per plant, and the yield per hectare. Better performance was verified in organic fertilization with chicken manure and physic nut cake as a nitrogen source in the different variables evaluated for vegetative growth and cotton yield. No effects were obtained from nitrogenous sources and doses on the chlorophyll index. The use of pine nut cake as a fertilizer resulted in higher foliar concentrations of NPK than the other sources studied.

KEYWORDS: dose of fertilizer, manure, nitrogenous sources, malvaceae, organic production, Jatropha cake

1. INTRODUCCIÓN

El algodón (*Gossypium hirsutum* L.) es un cultivo comercial no alimenticio importante e indeterminado y una fuente importante de ingresos en divisas para algunos países. Los principales países productores son China, Estados Unidos, India, Pakistán, Brasil, Turquía, Egipto e Irán (Arshad, 2020).

El cultivo de algodón es considerado como el oro blanco, que contribuye significativamente a la economía de los países productores de algodón (Bozorov *et al.*, 2018). Comercialmente es un cultivo importante, por ser la planta que produce más fibra a nivel mundial (Faghani *et al.*, 2019).

El algodón doméstico tiene un origen e historia únicos entre los cultivos. Los ancestros silvestres de las modernas especies de algodón fueron vides perennes de diversas áreas geográficas, incluyendo a África, Arabia, Australia y Mesoamérica (México y Centroamérica). Se desarrollaron cinco especies de algodón cultivado: Egipcio, Sea Island, Pima americano, Asiático y Upland (Khan *et al.*, 2020).

Entre los insumos, los fertilizantes siguen desempeñando un papel importante en el aumento de la productividad del algodón. Sin embargo, la baja eficiencia en el uso de nutrientes es una preocupación importante, ya que Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Cobre (Cu) son nutrientes demandantes para un buen desempeño productivo de fibra de algodón, independientemente de los genotipos. Ensayos han

demostrado que la aplicación de fertilizantes a partir de N, P y K pueden aumentar el rendimiento y la calidad de cultivos de algodón (Echer *et al.*, 2020) siendo el fertilizante nitrogenado uno de los principales insumos en la producción del mismo (Yu *et al.*, 2019).

Aunque el uso de fertilizantes a lo largo de los años en el sentido cuantitativo es impresionante, todavía se logra eficiencia en el uso de fertilizantes por parte de los agricultores en general. Además, la escalada en los precios de los fertilizantes sintéticos ha causado un serio retroceso para una fertilización equilibrada. Por lo tanto, la dependencia exclusiva de fertilizantes minerales no es económicamente viable ni ambientalmente aceptable (Sherene *et al.*, 2016).

Existen innumerables fertilizantes orgánicos que pueden usarse para mantener y mejorar la calidad del suelo, que a su vez puede aumentar la producción de algodón, como ejemplos se puede mencionar además del estiércol, cenizas, mucílago de cabuya, fibra de coco, bagazo caña, y como una excelente fuente de nutrientes además de tener la acción nematocida como la torta de higuera, el productor puede elegir de acuerdo con la disponibilidad en su región o mediante los resultados de futuras investigaciones con estas fuentes de nutrientes (Beltrao *et al.*, 2010).

Los fertilizantes orgánicos contienen no solo los nutrientes básicos que requieren los cultivos, sino también oligoelementos (Zhang *et al.*, 2020). El estiércol de pollo (pollinaza) es rico en elementos minerales, nutrientes esenciales N, P y K y otros nutrientes que pueden mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo (Celik *et al.*, 2010). Así también estudios han demostrado el potencial uso de la torta de piñón (*Jatropha curcas* L.) debido a su composición de macro y micronutrientes utilizables en agricultura como

fertilizante orgánico, que puede aplicarse directamente al suelo sin ningún tratamiento en forma sólida (Gavilanes *et al.*, 2020).

El algodón ecuatoriano se cosecha a mano para mantener la calidad de la fibra y reducir la cantidad de impurezas, además, esta actividad de cosecha también proporciona trabajo para el área de producción (Espinosa, 2019).

El sistema de producción de algodón (orgánico) no químico, incluido el control de plagas, ayuda a minimizar el costo del cultivo junto con una huella ecológica sostenida para hacer que el cultivo del algodón sea menos invasivo en los nichos naturales, siendo una oportunidad viable (Rajendran & Burange *et al.*, 2018).

Günaydin y colaboradores (2019), mencionan que la fibra de "algodón orgánico" se puede definir como "más sostenible" que la fibra de algodón convencional, que es un producto ambientalmente preferible. Los proponentes del algodón orgánico apoyan la idea de que "el algodón convencional no es un cultivo producido de forma responsable con el medio ambiente". Dado que la producción de algodón convencional tiene la desventaja del uso excesivo o indebido de pesticidas / productos fitosanitarios, tiene efectos adversos sobre el medio ambiente. Además, las fibras usadas para tejidos en prendas de algodón cultivados de forma convencional tienen residuos químicos que pueden causar cáncer y algunos otros problemas relacionados con la salud.

Debido a la mala gestión, las actividades agrícolas se enfrentan problemas lo cuales están en el mercado, excepto el clima es volátil, inseguro y políticamente inestable. Nuevamente, esta actividad es por un lado, hay fuertes contradicciones en la modernización y, por otro, hay fuertes contradicciones. Porque si no lo hace, no podrá hacer frente a la agricultura de países altamente desarrollados. Recibe subsidios, por otro lado, enfrentan

políticas departamentales que reducen su apoyo los subsidios necesarios para la modernización reducen estos recursos y servicios (Retes, 2015).

En muchos países en desarrollo de África, Asia y América Latina, el algodón es uno de los productos básicos más importantes. Debido a la posibilidad de múltiples conexiones, el algodón es un importante proveedor de trabajo e ingresos estacionales para los agricultores. Además, las exportaciones de algodón son una fuente importante de divisas para muchos países y también representan un componente importante (FAO, 2014).

Otras de las problemáticas de esta situación del algodón son que debido al alto costo de mercado de la compra de máquinas nuevas, y debido a que las máquinas actuales son viejas y se compran máquinas nuevas, también se registran dificultades en el uso de las máquinas anticuadas (Castro *et al.*, 2013).

La hipótesis de este trabajo es que la fertilización orgánica independiente de sus fuentes afecta positivamente el desarrollo productivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.).

El planteamiento del problema es: ¿Cómo afecta la pollinaza y la torta de piñón sobre el desarrollo productivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.)

2. OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar el efecto de pollinaza y torta de piñón como fuentes nitrogenadas en cuatro dosis sobre el desarrollo productivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.).

Objetivos específicos

- Evaluar variables del crecimiento vegetativo de algodón en respuesta a la fertilización orgánica con pollinaza y torta de piñón como fuente nitrogenada en cuatro dosis.
- Determinar el efecto de la aplicación pollinaza y torta de piñón como fuente nitrogenada en cuatro dosis sobre el comportamiento productivo de algodón.
- Determinar el índice de clorofila y el contenido nutricional foliar del algodón en respuesta a la fertilización orgánica con pollinaza y torta de piñón como fuente nitrogenada en cuatro dosis.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Generalidades del cultivo de algodón

El algodón (*G. hirsutum*) que se produce a nivel mundial se obtiene a partir de cuatro especies que han sido domesticadas del género *Gossypium*, el sistema de clasificación del grupo filogenético de las Angiospermas III identifica al algodón en el orden Malvales de la subfamilia Malvoideae, que incluye seis géneros, siendo estos: Hibiscus, Sida, Abutilon, Nototriche, Cristaria y *Gossypium* (Wendel & Grover, 2015).

De acuerdo con Burbano-Figueroa y colaboradores (2018), “El género *Gossypium*, incluye 50 especies; cuatro de estas son cultivadas para obtener fibra de hilatura, y las otras 46 están distribuidas a través del trópico y el subtropico en formas silvestres”.

El algodón fue el primer textil en la India. Los primeros escritos del algodón son textos hindúes, himnos que datan 1500 años A.C. y libros religiosos de 800 años A.C. (Zambrano, 2016, p.14).

Las semillas están contenidas en una cápsula llamada "bellota", cada semilla se encuentra rodeada de fibras. Las especies comerciales de plantas de algodón son *Gossypium hirsutum* (> 90% de la producción mundial), *G. barbadense* (3-4%), *G. arboreum* y *G. herbaceum* (juntas, 2%) (Bakhshani *et al.*, 2016).

La planta de algodón es autógama, que durante su propio desarrollo tiende a tener colores verdes y luego pasa a una fase oscura en su proceso de maduración (Retes, 2015).

El cultivo de algodón necesita de un buen clima árido y cálido ya que las temperaturas, son puntos específicos para el desarrollo del mismo, una función de esta es

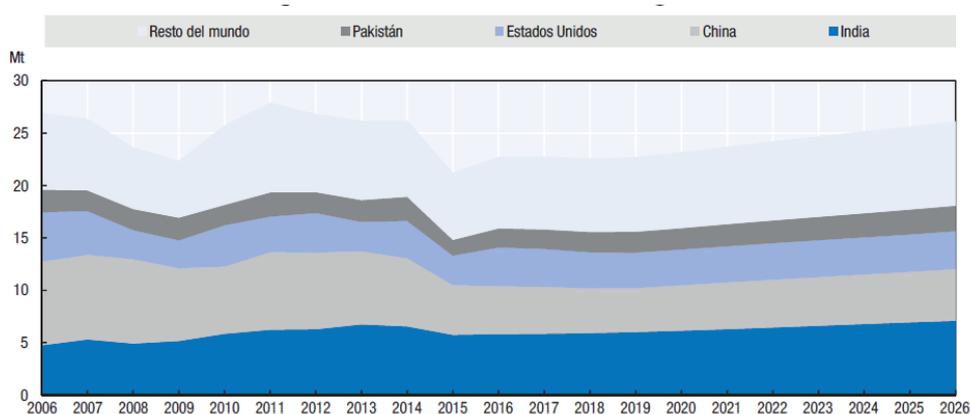
la formación de como incrementar la producción y como evitar la contaminación de plagas y controladores en relación de los ciclos fenológicos (Gil & López, 2017).

En el cultivo del algodón se aprovecha principalmente la fibra y las semillas. La fibra del algodón se emplea en la producción de textiles, mientras que, de las semillas se obtiene el linter después del deslinte, el cual se procesa para obtener fibras de celulosa, cuerdas gruesas y material de relleno, así como para la fabricación de papel (Muñoz, 2020). Además, de acuerdo con Torres (2017), la semilla de algodón se la puede aprovechar para la elaboración de aceite comestible y sus residuos para la alimentación de ganado.

Colombo (2019) menciona que el algodón es el principal cultivo en el mundo para la producción de fibra natural, constituye una parte vital de la agricultura mundial y es un componente fundamental de la economía de muchos países (desarrollados y en desarrollo) en los que representa fuente de empleo para millones de personas que intervienen a lo largo del proceso.

Para establecer la producción mundial del algodón, es importante resaltar los datos de los países que se encuentran en escala mundial sobre su producción. A continuación, en el Cuadro 1 se describe la producción mundial de algodón con proyección hasta 2026.

Cuadro 1. Producción mundial de algodón



Fuente: OCDE/FAO (2017), “OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas”, Estadísticas de la OCDE sobre agricultura (base de datos), <http://dx.doi.org/10.1787/agr-data-en>.

El algodón ha sido importante para la economía del Ecuador con una variabilidad evidente en cuanto a su producción y rendimientos, ha gozado de épocas con una buena demanda al ser la materia prima para las hilanderías e industrias textiles, y en su momento para las empresas productoras de aceites y grasas comestibles (Espinosa, 2019).

Sin duda alguna la evolución del algodón ha causado un impacto dentro de los registros de sostenibilidad, llevando a cabo un proceso de fortalecimiento de parte de la organización y gobiernos que han mostrado su interés como un mecanismo de producción agrícola de y de generación de recursos monetarios para los mismos agricultores.

La organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), actualmente juega un rol fundamental en el incentivo a los productores para la siembra de algodón; buscando modelos y de estructuras capaces, para que sean estandarizados a niveles internacionales. Según Cruz & Suárez-Duque (2019) el algodón se ubica dentro de los cultivos agrícolas más producidos en el planeta, con un área sembrada equivalente al 4% del área total agrícola mundial. Asimismo, muchos agricultores dependen de este cultivo para la obtención de ingresos y servicios de calidad para ellos y su familia.

Ecuador es un país que promueve como principal objeto el impulso a los agricultores partiendo desde una perspectiva íntegra y sostenible basado en la ley de economía popular y solidaria, y a esto toma esencia en la parte algodónera, en donde se puede examinar las existencias para las mejoras económicas de quienes conforman este sector (Andrade & González, 2017).

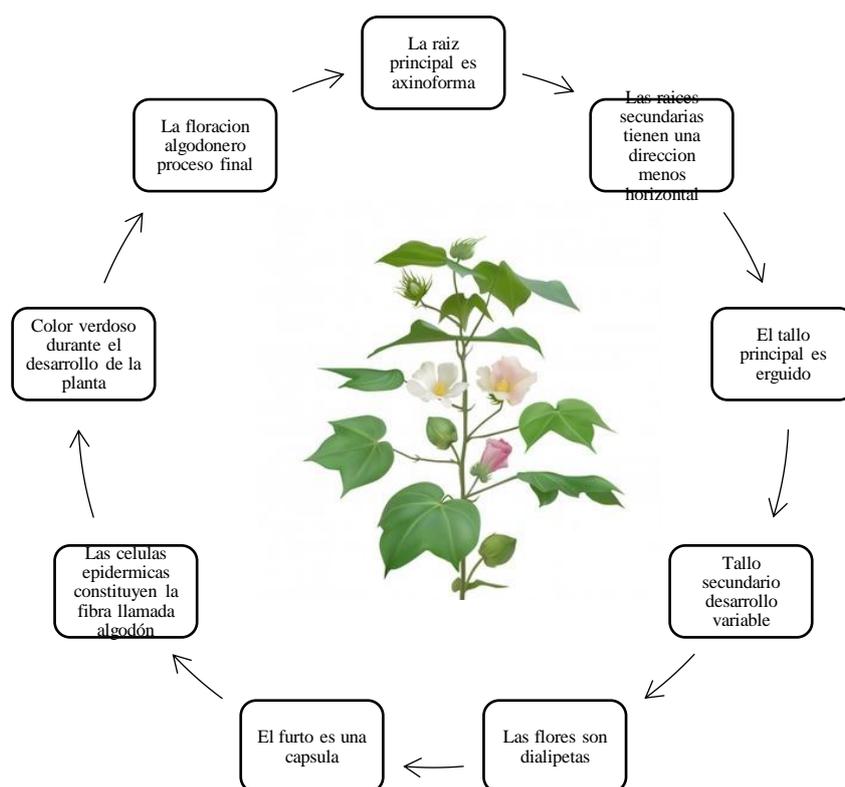
El cultivo de algodón en el Ecuador tuvo una gran participación dentro de las ciencias agrícolas y de la economía ecuatoriana durante los años 1970 y 1990 dentro de las

provincias que principalmente en las provincias de Guayas y Manabí. Pero por el denominado fenómeno del niño, que afectó a los agricultores de aquellos momentos dejó en escasas la producción de este producto (Andrade & González, 2017). Según la FAO en 2012 en el país se obtenían 0,73 toneladas de algodón en fibra por ha, por debajo de la media mundial, ya para 2017 los números empeoraron cuando el rendimiento disminuyó a 0,53 t de algodón en fibra por ha (Cruz & Suárez-Duque, 2019).

3.2 Morfología y fenología del algodón

La morfología del algodón es el análisis sobre su composición física, de acuerdo a su desarrollo esta puede mantenerse en estructuras que dan forma a su composición, en la siguiente tabla se analizan el desarrollo del algodón y la función de cada una de sus partes (Veneroso, 2014). La distribución morfológica del algodón se encuentra a continuación en la Figura 1.

Figura 1. Distribución morfológica del algodón



Fuente: Torres (2017).

Al hablar de la descripción morfológica del algodón hay que tener en cuenta el desarrollo de su proceso, es decir que en la planta de algodón se desarrollan dos tipos de ramas, tanto las del grupo vegetativas llamadas monopodios y las ramas fructíferas o simpodios (Díaz & Mercado, 2005). En el Cuadro 2 se encuentran las diferencias entre ramas vegetativas y ramas fructíferas.

Cuadro 2. Ramas vegetativas y ramas fructíferas

Ramas vegetativas	Se desarrollan a partir del tercer o quinto nodo del tallo principal por encima de la cicatriz del cotiledón y muestran un crecimiento variable. Como característica típica, los órganos reproductores no se desarrollan directamente sobre ellos, por lo que su función es solo estructural. Por lo general, las plantas crecerán 2 o 3.
Ramas fructíferas	Aparecen desde el quinto o sexto nodo del eje principal y son más delgados que los nodos anteriores. Su crecimiento simpático les dio la forma típica de zigzag. El punto de crecimiento termina con una flor, y todo el desarrollo posterior está formado por yemas ubicadas en las axilas de las hojas acompañantes de la flor.

Fuente: Díaz & Mercado (2005).

En consecuencia, de aquello, López y colaboradores (2020) indica también que la fruta del algodón es una especie de cápsula, su forma puede ser alargada, ovalada o esférica. La cápsula tarda unos 50 días en madurar, crecer rápidamente y alcanzar un tamaño normal tres semanas después de la fertilización. En el Cuadro 3 se detalla la tabla descriptiva de la morfología del algodón.

Cuadro 3. Tabla descriptiva de la Morfología del algodón

Estructura morfológica	Característica	Iconografía
Raíz	<p>A nivel de la raíz, su parte principal se desarrolla más rápido que la parte aérea antes de que el cotiledón se expanda por completo y pueda alcanzar una profundidad de 25 cm o más.</p> <p>La planta desarrolla una raíz principal y muchas raíces laterales. Se cree que las raíces crecen a una velocidad de 1,25 cm por día.</p> <p>más</p>	 <p>Recuperado de: La raíz del algodón - Páginas [1] - Conocimiento enciclopédico del Mundo (swewe.net)</p>
Tallo	<p>El tallo principal es erecto, terminal y crece continuamente. Forman una serie de nudos, cada nudo tiene una hoja y 2 o 3 yemas. En la base de cada</p>	

	<p>hoja está latente, capaz de ramificarse adentro.</p> <p>Los dos primeros nodos opuestos crecen cotiledones, en cada nuevo nodo que aparece sobre el cotiledón,</p>	<p>Recuperado de: Planta de algodón tallo cultivo textil, planta de algodón, receta, rama png PNGEgg</p>
<p>Hojas</p>	<p>Las verdaderas hojas están dispuestas en espiral. Derecha o izquierda (el más común es el eje phyllodes 3/8) relativo a su posición en el tallo. Esto significa desde el principio que hay 8 hojas en dirección vertical a la siguiente hoja y completa 3 vueltas en espiral. Con este arreglo, las hojas los inferiores tienen mayor luminosidad a la primera edad planta.</p>	<div data-bbox="1098 857 1366 1102" data-label="Image"> </div> <p>Recuperado de : Hojas De Las Plantas Algodón - Foto gratis en Pixabay</p>
<p>Flores</p>	<p>La primera flor aparece con requerimiento térmico de 650 a 750 unidades de calor (UC 15.5) que es cuando la planta tiene entre 53 a 57 días después de la siembra.</p> <p>La apertura de dos flores</p>	<div data-bbox="1051 1561 1358 1803" data-label="Image"> </div> <p>Recuperado de: Grecia, Planta De Algodón En Flor Fotos, Retratos, Imágenes Y Fotografía</p>

	<p>sucesivas en la misma rama frutera del tercio medio (entre la sexta y novena rama) toma de 9 a 14 días. Todo el periodo de floración de la planta dura entre 13 a 15 semanas.</p>	<p>De Archivo Libres De Derecho. Image 73246277. (123rf.com)</p>
Frutos	<p>Aunque la capacidad de producción de bellotas está controlada por genes, el rendimiento final aún se ve afectado por las condiciones ambientales, y las condiciones ambientales cambiarán el estado. Condiciones fisiológicas de las plantas, como calidad del suelo, manejo de cultivos y condiciones ambientales impredecibles.</p>	 <p>Recuperado de: Gossypium hirsutum Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas (sinavimo.gob.ar)</p>

La descripción de la taxonomía del algodón se encuentra en la figura 2, lo cual permite visualizar su campo al que pertenece (Mamani, 2013).

Figura 2. Descripción de la taxonomía del algodón

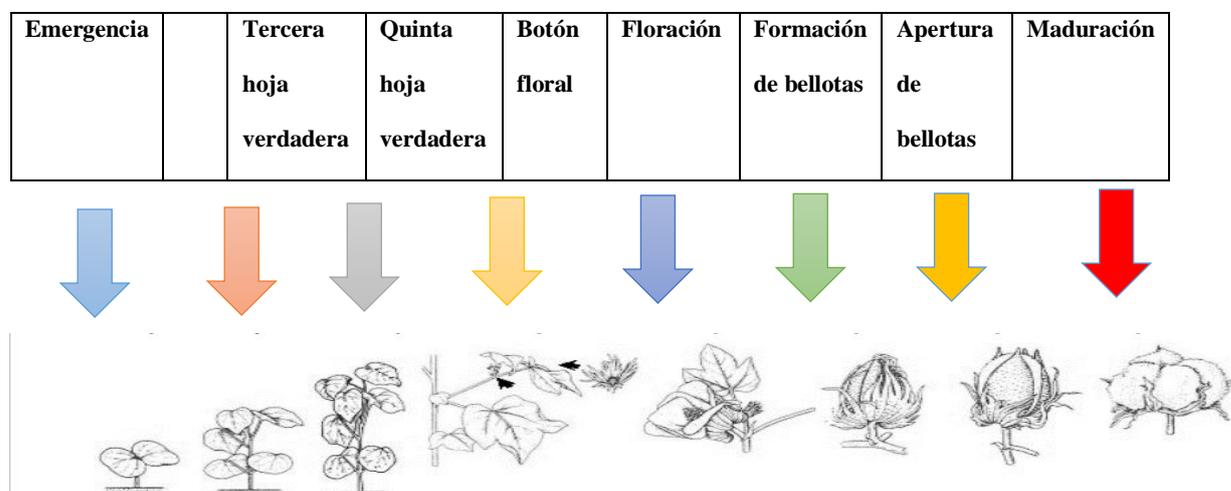
Especie: <i>Gossypium barbadense</i> L.	Género: <i>Gossypium</i>	Familia: Malvácea	Orden: Malvales
Sub Clase: Coripétalas	Clase: Dicotiledóneas	Sub Division: Angiospermas	División: Embriofita

El ciclo fenológico del algodón se divide en 3 fases: 1) Fase Vegetativa: que inicia desde la emergencia y la aparición de la tercera y quinta hoja verdadera. 2) Fase Reproductiva, que va desde la aparición de los primeros pimpollos florales hasta la formación y desarrollo del fruto 3) Fase de maduración, que inicia con la apertura de las cápsulas, hasta que las fibras se noten plenamente (Gil & López, 2017).

Durante el periodo vegetativo del cultivo, la producción de asimilados se incrementa a través del proceso de fotosíntesis. A medida que la planta continúa creciendo la demanda de asimilados por parte de los diferentes órganos de la planta también se incrementa. De esta manera, se genera un balance entre la oferta y demanda de asimilados (Bozorov et al., 2018).

La fenología del algodón se puede distribuir de la siguiente manera (Cuadro 4):

Cuadro 4. Fenología del algodón



3.3 Exigencias climáticas y de suelo en el cultivo de algodón.

El cultivo del algodón es característico de las regiones cálidas. La germinación de la semilla ocurre cuando la temperatura no es inferior a 14°C, siendo óptima de 20°C, la temperatura promedio óptima durante la floración va de 20 a 30°C. Para que las cápsulas maduren se requiere una temperatura entre 27 y 30°C. El viento puede provocar también pérdidas durante las etapas de floración y desarrollo de la cápsula, resultando en una alta tasa de declive (Reddy *et al.*, 2017).

Las necesidades de agua en el cultivo de algodón varían de 600 a 1200 mm dependiendo del clima y zona en que se cultive. Aproximadamente 2 mm/día necesita la planta al inicio del período vegetativo la necesidad. Cuando inicia la floración, la necesidad el requerimiento hídrico máximo llega a 8 mm/día, siendo que el 60% del rendimiento depende de que los requerimientos hídricos sean correctamente aplicados (Yang *et al.*, 2021).

Qian *et al.* (2020) mencionan que incluso bajo estrés hídrico, las pérdidas de rendimiento en algodón inducidas por estrés hídrico se ven estrechamente asociadas con la disminución del rendimiento de materia seca y el número de cápsulas.

Un ejemplo claro, sobre las condiciones climáticas del algodón, es la relación sobre el producto que se obtiene es decir el orificio de desove se encuentra en la parte inferior del capullo de la flor. Se reconocen por el sentido del tacto, porque la hembra los taponan o sella con una mezcla de secreciones, dándoles la apariencia de verrugas que pueden ser reconocidas por el sentido del tacto. Cualquier flor dañada es una flor perdida. Aunque el algodón tiene una gran capacidad para compensar la pérdida si el clima y las condiciones

del agua y del suelo son buenas, las flores nuevas se verán afectadas nuevamente ante las poblaciones maduras de la trompa de elefante (Tcach & Ibaló, 2019).

De acuerdo con los aspectos relacionados, en el desarrollo y cultivo del algodón, es importante destacar que el suelo debe ser fértil, de textura franco-arenosa a arcillosa, con una profundidad aproximada de 1,2 m, drenaje moderado a bueno y buena retención de agua, preferiblemente llano u ondulado para permitir el uso de maquinaria y cosechadoras. El pH del suelo puede estar entre 5,5 y 7 (Walke *et al.*, 2012).

3.4 Requerimientos nutricionales.

Los agricultores a menudo utilizan tasas subóptimas de fertilizantes de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) debido a la escasez de recursos disponibles para ellos. La disminución de la materia orgánica del suelo es generalmente una de las causas del estancamiento del rendimiento, particularmente donde se practica un uso desequilibrado de fertilizantes nitrogenados, independientemente de sistema de cultivo (Jayakumar & Surendran, 2017).

De acuerdo con Corrales *et al.* (2016), el nitrógeno es el principal limitante de la productividad en las plantas, por ello en la producción agrícola, según el estado nutricional del suelo, se utilizan fertilizantes nitrogenados inorgánicos para compensar algunas deficiencias. El bajo nivel de N reduce drásticamente el crecimiento vegetativo y componentes como el número de cápsulas y rendimiento de semillas de algodón y fibra (Malavolta *et al.*, 2004).

Un dato importante sobre el nitrógeno, es que el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados (N) sintéticos y el manejo intensivo del suelo, incluyendo la labranza ha

conducido a un deterioro de la reserva nutrimental del suelo y a un alto impacto ambiental por la emisión de gases relacionados (Kuang *et al.*, 2018).

El ciclo N presenta una dinámica compleja, las múltiples transformaciones y su 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. La pérdida de nitrógenos en el suelo ocurre por consumo del cultivo, lavado o lixiviación, volatilización y desnitrificación (Gavilanes *et al.*, 2021).

En los cultivos como el algodón, es importante desarrollar la conciencia sobre la fertilización nitrogenada, porque estos aspectos logar elevar el sistema de manera radical, y es que relativamente esto es un poco profundo, que puede hacer pérdidas elevadas de este mismo componente como es el nitrato por la lixiviación (Shareef *et al.*, 2019). La aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados en el cultivo del algodón además de ser una amenaza potencial para el medio ambiente, también conduce a un aumento de los costos en el cultivo (Shankar *et al.*, 2019).

Según Vieira *et al.* (2018), la absorción de nutrientes por las plantas de algodón aumenta considerablemente a partir del día 30 después de la emergencia de la planta, poco después del comienzo de la brotación floral, y alcanza la absorción diaria máxima durante la fase de floración, aproximadamente 60 a 90 días después de la germinación. Así, la extracción y exportación de nutrientes por el algodón ocurre en el siguiente orden: $K > N > Ca > P = Mg = S > Fe > B > Mn > Zn > Cu$.

De Souza *et al.* (2018) menciona que el contenido de N en las plantas de algodón aumenta y disminuye en ausencia de K y Ca, respectivamente. El contenido de P aumenta con la omisión de N, K, Mg y disminuye con la omisión de S. En cuanto al contenido de K, aumenta en ausencia de S y disminuye en ausencia de N, P, K y Ca. Los mayores niveles de Ca, Mg y S en plantas de algodón se observan con ausencia de K. Los requerimientos del cultivo del algodón se pueden encontrar en el (Cuadro 5)

Cuadro 5. 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 ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)	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	

3.5 Fertilización orgánica en el cultivo de algodón.

El abono orgánico es una descomposición natural, que como tal se genera proviene de elementos naturales que son la propia representación de microbios que presente en el medio, convirtiéndolos en sustancias contribuyentes y aportando nutrientes al suelo (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014).

Los fertilizantes orgánicos, tienen su capacidad de producción y condiciones físicas y químicas a largo plazo y cuando el suelo puede beneficiarse del aporte de materia orgánica se llama mineralización, que convierte la materia orgánica en nutrientes (Cervantes *et al.*, 2018).

Sin duda alguna el tratamiento orgánico confiere a las características de un producto fertilizante que no contiene contaminantes. Es decir, su uso no supondrá riesgos para la salud, por lo que podrá mantener sus propiedades químicas en relación con la concentración de nitrógeno, fósforo y potasio (Condori-Guarachi *et al.*, 2018).

El uso de fertilizantes orgánicos como humus de estiércol de pollo, estiércol de cerdo y fertilizante biológico líquido producido a partir de la digestión biológica no es común en la fertilización del algodón (Cáceres, 2011).

En los últimos años, las fuentes alternativas de fertilización orgánica no solo para el cultivo del algodón, sino también para otros cultivos, han despertado el interés de los productores. Según Fernandes et al. (2009), el uso de fuentes orgánicas de fertilización en regiones semiáridas, ya sea a partir de estiércol animal o compuestos orgánicos, es de suma importancia para estos lugares, debido a los bajos niveles de materia orgánica que se encuentran en los suelos de estas regiones. Los autores también comentan que la eficiencia del material orgánico varía en función de la calidad y cantidad utilizada.

En un experimento evaluando el crecimiento y la productividad del algodón herbáceo en función de la fertilización orgánica (estiércol bovino y biomasa de arroz carbonizada), determinaron que la fertilización orgánica mejoró el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas de algodón, siendo el estiércol bovino los mejores resultados, aumentando la productividad de fibra y semilla en un 101 y 108%, respectivamente, en relación a suelo sin fertilizante orgánico (Ferreira *et al.*, 2018).

En otro experimento usando la fertilización con estiércol de cabra, Véras et al. (2018) determinaron que esta biomasa promueve una mayor producción de algodón cv. Rubí, en la cantidad de 6 t ha⁻¹ de estiércol de cabra, siendo mayor el rendimiento que cuando se usa torta de higuera.

3.5.1 La pollinaza como fertilizante en el algodón

Junto al crecimiento de las tasas de producción, también existe una creciente preocupación por los efectos de la cría intensiva de aves en el medio ambiente, especialmente en lo que respecta a la generación y eliminación de los desechos producidos como la pollinaza (Orrico Júnior *et al.*, 2010).

El estiércol de pollo se prefiere entre otros desechos animales debido a su alta concentración de macronutrientes, además ayuda al suelo a mejorar la concentración de sales solubles en agua (Dikinya & Mufwanzala, 2010).

Tanczuk y colaboradores (2019) mencionan que, en Polonia, el uso de estiércol de pollo como materia prima también en la fertilización de cultivos como en el cultivo de hongos, es ampliamente utilizado por sus múltiples beneficios, ya que mejora la fertilidad del suelo por poseer nutrientes como: P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B; pero el que mayor concentración es el N, y por ello es importante ajustar el empleo de fertilizante nitrogenado para evitar el exceso del mismo. La caracterización de pollinaza según Pareja (2005), se encuentra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Caracterización de pollinaza (Pareja, 2005).

Parámetros	Pollinaza
pH	9.50 ± 0.02
Conductividad (mS/cm)	4.1±0.1
Humedad (%)	25.8±0.2
Cenizas (%)	39±3
Potasio (K ₂ O%)	2.1±0.1
Carbono orgánico (%)	23±5
Materia orgánica (%)	39.6±8
Nitrógeno (%)	2.3±0.2
Relación C/N	10.0
Fósforo (P ₂ O ₅)	4.6±0.2

Tewolde et al. (2009) realizaron una investigación para cuantificar el rendimiento de la fibra de algodón cuando se fertiliza pollinaza durante la siembra o después del establecimiento del cultivo en comparación con la fertilización tradicional al voleo y la fertilización inorgánica estándar, ellos encontraron beneficios adicionales de mejorar la calidad de la fibra, en particular la longitud de la fibra.

Se ha demostrado que la fertilización del algodón usando la arena que sirve para cama de aves aumenta la producción de la fibra por encima de los fertilizantes sintéticos en muchos suelos de la región del sur y sureste de Estados Unidos, resultados que han sido publicados en al menos 55 artículos de revistas arbitradas han demostrado que la arena para aves de es un excelente fertilizante para el algodón, misma que incrementa la materia orgánica del suelo, no acidifica más los suelos de pH bajo a diferencia de fertilizantes sintéticos y pueden controlar o suprimir los nematodos parásitos de las plantas dañinas (Tewolde & Sistani, 2014).

3.5.2 La torta de piñón como fertilizante.

El piñón, pertenece a la familia Euphorbiaceae; es un arbusto o árbol que puede alcanzar los 6-8 metros de altura y una longevidad mayor de 50 años. Las semillas contienen entre 30% y 37% de aceite. Durante su extracción se obtiene la torta (residuo). Tanto el aceite como la torta son tóxicos y no son aptos para consumo animal por su contenido de curcina, una proteína tóxica, existen variedades no tóxicas o que contienen un bajo nivel de toxinas; en ese caso, la torta se podría usar para consumo animal, pero existe cierta resistencia a su consumo en el mercado de alimentos para animales, un uso más confiable sería para su aplicación como abono orgánico (Guido et al., 2017).

La torta de piñón es un subproducto obtenido posterior a la extracción de aceite, la misma proporciona cantidades alta de proteínas y aminoácidos esenciales, en peso presenta 58% de proteínas crudas y porcentajes de contenido de N, P y K en un rango de: 3,2-4,5%, 1,4-2,1% y 1,2- 1,7% (Massoud *et al.*, 2017). Los elementos detallados anteriormente hacen de *J. curcas* sea una fuente rica en nutrientes, inclusive con contenido nutricional más alto que la gallinaza y el estiércol vacuno (Achten *et al.*, 2008).

Gavilanes y colaboradores (2020) evaluaron la torta de piñón, digerida y no digerida, en el crecimiento de la planta de frijol común (IPR-Colibri) y en las propiedades de un suelo franco-arcilloso-arenoso. En ese estudio determinaron que la aplicación de torta no digerida con una dosis de 50 kg P ha⁻¹ tuvo influencias positivas en el desarrollo de la planta de frijol común y en la absorción foliar de P, además encontraron reducción en los valores de arcilla dispersa en agua y un aumento de carbono orgánico con la torta no digerida aplicada en el suelo. Los análisis químicos de macro y micronutrientes de la torta digerida y no digerida usada por Gavilanes *et al.* (2020) se encuentran en el cuadro 6.

Cuadro 7. Análisis químicos de macro y micronutrientes de la torta digerida y no digerida (Gavilanes *et al.*, 2020).

Torta de piñón	C	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	B	Mn
	orgánico									
		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
No digerida	347,26	35,15	5,18	11,91	3,44	3,48	7,89	13,46	16,42	22,36
Digerida	369,02	50,55	13,33	25,46	10,09	8,10	23,41	52,27	35,3	48,94

Hasta la fecha todavía no se tienen reportes del uso de la torta de piñón como fertilizante en el cultivo del algodón, por lo que se decidió usar la misma en la presente investigación.

4. METODOLOGÍA

4.1 Ubicación del ensayo

La presente investigación se realizó cabo entre los meses de noviembre de 2019 a abril de 2020, en el Campus Experimental 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: 25,39°C, evaporación anual: 1.625,40 mm y nubosidad: 6/8¹. 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 3.

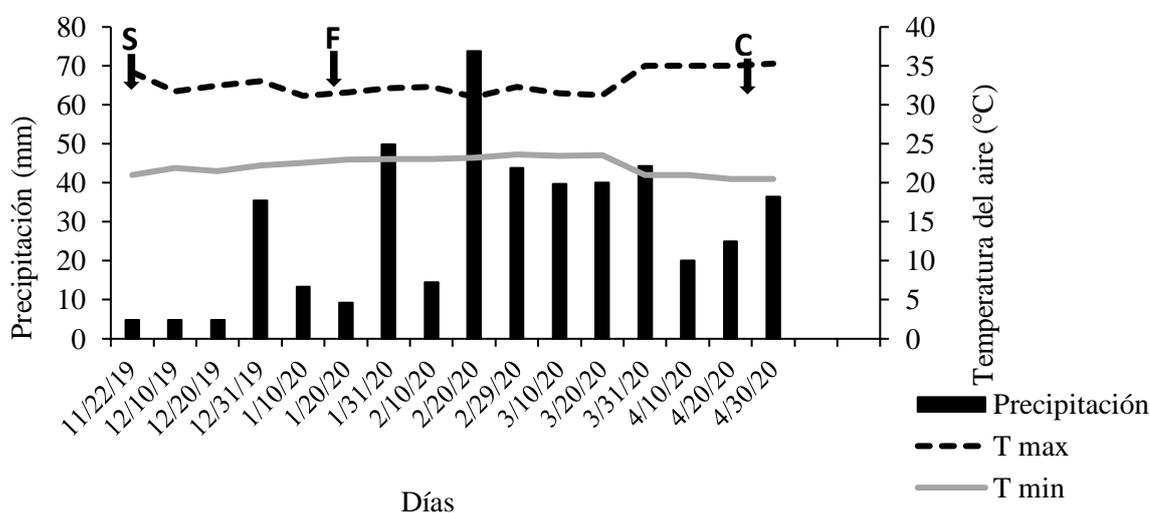


Figura 3. Precipitación pluvial y temperatura del aire máxima y mínimas (T max y T min) durante la siembra (S), floración (F) y cosecha (C) de la parroquia Lodana, cantón Santa Ana, Manabí.

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

4.2 Propiedades físicas y químicas del suelo.

El tipo de suelo en que se implantó el ensayo fue Franco-Arcilloso, sus propiedades físico-químicas se encuentran en el cuadro 8.

Cuadro 8. Propiedades físicas y químicas del suelo del campus experimental 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

4.3 Material vegetal.

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 9. 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

4.4 Caracterización de la materia orgánica.

En el presente estudio se utilizaron como fertilizantes fuentes de nitrógeno como: torta de piñón, pollinaza y urea (46% N) (esta última utilizada como control).

Cuadro 10. Concentraciones de los fertilizantes orgánicos utilizados.

Fertilizantes	Concentraciones (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Torta de piñón	2,1	0,9	2,6	0,9	0,6
Pollinaza	3,0	0,7	2,3	2,7	0,6

4.5 Diseño de la investigación.

Se evaluaron 12 tratamientos utilizando el diseño experimental en bloques completamente al azar en arreglo factorial 3x4, correspondiendo a tres fuentes nitrogenadas dos a partir de materia orgánica siendo pollinaza y torta de piñón y un tratamiento usando urea, en cuatro dosis de N de sus fuentes (50, 100, 150, 200 kg de N ha⁻¹).

4.6 Delineamiento experimental.

Área del ensayo total: 2.688 m² (48 m x 56 m)

Parcela experimental: 36 m² (6 m x 6 m)

Área útil de parcela: 20,8 m² (5.20m x 4m)

Área útil total del experimento: 1.331,2 m² (20.8m x 64m)

Distanciamiento entre plantas: 0,40 cm

Distanciamiento entre hileras: 1 m

Distanciamiento entre repeticiones: 2m

Número de tratamientos: 12

Números de repeticiones: 4

Unidades experimentales:48

Los factores de estudio se encuentran en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Factores de estudio.

Fuentes de nitrógeno	Dosis de N kg de N/ha⁻¹
Pollinaza 3% N (A1)	50 kg de N/ha ⁻¹ (B1)
Torta de Piñón 3,5% N (A2)	100 kg de N/ha ⁻¹ (B2) 150 kg de N/ha ⁻¹ (B3)
Urea 46% N(A3)	200 kg de N/ha ⁻¹ (B4)

Tratamientos:

1. **A1 B1**= Pollinaza en 50 kg de N/ha⁻¹
2. **A1 B2**= Pollinaza en 100 kg de N/ha⁻¹
3. **A1 B3**= Pollinaza en 150 kg de N/ha⁻¹
4. **A1 B4**= Pollinaza en 200 kg de N/ha⁻¹
5. **A2 B1**= Torta de piñón en 50 kg de N/ha⁻¹
6. **A2 B2**= Torta de piñón en 100 kg de N/ha⁻¹
7. **A2 B3**= Torta de piñón en 150 kg de N/ha⁻¹
8. **A2 B4**= Torta de piñón en 200 kg de N/ha⁻¹
9. **A3 B1**= Urea en 50 kg de N/ha⁻¹
10. **A3 B2**= Urea en 100 kg de N/ha⁻¹
11. **A3 B3**= Urea en 150 kg de N/ha⁻¹
12. **A3 B4**= Urea en 200 kg de N/ha⁻¹

4.7 Hipótesis.

¿Es posible que con la aplicación de tres fuentes nitrogenadas a partir de torta de piñón, pollinaza y urea en diferentes dosis de nitrógeno podrán obtener rendimientos iguales o superiores en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.)?

4.8 Definición de variables.

Variable independiente.

- Aplicación de fertilizantes orgánicos o inorgánico.
- Dosis de fertilizante.

Variables dependientes.

- Altura de planta
- Diámetro de tallo
- Número de hojas por planta
- Materia seca foliar
- Índice de área foliar
- Índice de clorofila
- Contenido de N foliar
- Contenido de P foliar
- Contenido de K foliar
- Peso de 100 semillas
- Número de Bellotas por planta
- Rendimiento por ha.

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.

Se sembró entre hileras de 1 metro y 0,40 cm entre plantas y se procedió a colocar 2 semillas por sitio

4.9.3 Fertilización y regulador de crecimiento.

La primera fertilización se realizó 20 días después de la emergencia (dd), colocando la mitad de la dosis que le correspondía en cada tratamiento, la segunda fertilización se

realizó en el momento de la floración (50 dd), completando las dosis exactas de nitrógeno de sus fuentes. (50, 100, 150, 200 kg de N ha⁻¹). Las concentraciones de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) de cada fertilizante orgánico se muestran en el cuadro 10.

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 malezas.

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 bleado 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 siete labores de desmalezado.

4.9.5 Control Fitosanitario.

- 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.

- 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.

- **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 parcela).
- **Diámetro de 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 parcela).
- **Número de hojas por planta .**- Fueron contabilizadas el número de hojas a los 77 días después de la siembra, contando el número total de hojas de 10 plantas por parcela.
- **Materia seca foliar.**- Fueron tomadas en cuenta todas las hojas de plantas de cinco plantas por parcela para esta variable, las mismas que fueron secadas a una temperatura de 60° C. utilizando la estufa hasta peso constante.
- **Índice de área foliar.**- El área foliar se estimó por el método del disco recomendado por Vidal (2012) para algodón y el cual consiste en recolectar hojas del estrato medio de las plantas y extraer de éstas cilindros de área conocida los cuales luego se llevarán a estufa a 70°C hasta peso constante y se determinará su peso seco. De esta manera se obtendrá una relación peso/área foliar. Este procedimiento se efectuará previamente a la cosecha de las plantas.
- **Índice de clorofila:** En esta variable se midió en la hoja ubicada en el cuarto nudo, en sentido ápice-base, de cada planta; para ello se utilizará un medidor SPAD con

el cual se determinará el contenido relativo de clorofila (Unidades SPAD), en cuatro posiciones distintas de la hoja y después se obtendrá el valor promedio para esa hoja.

- Contenido de N, P, y K foliar.- 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 N, P y K.
- Peso de 100 semillas: El peso de 100 semillas se la realizó después de los 128 días después de la siembra, sacando 100 semillas de las bellotas de cada parcela y pesándolas en gramos.
- 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).
- Rendimiento por ha.- 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 y se llevó este dato a hectárea.

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

- 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 las muestras de torta y pollinaza, se tomó una muestra de una libra, para luego ser llevada al INIAP, para la realización de su respectivo análisis de concentración de nitrógeno, fosforo, potasio y magnesio.

- 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 tres fuentes nitrogenadas en cuatro dosis sobre el desarrollo productivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.)”

En el cuadro del resumen de análisis de varianza (Cuadro 12) se demuestran efectos aislados significativos en los factores fuentes (F) y dosis (D) sobre el comportamiento productivo en el cultivo del algodón. Analizando las fuentes (F) se encuentran respuestas significativas para Número de hojas por planta (N.H.), Índice de área foliar (I.A.F.), Contenido de N foliar (N), contenido de P foliar (P), Contenido de K foliar (K), Número de Bellotas por planta (N.B.P.) y Rendimiento por ha (Rend.). Cuando se estudió el factor dosis (D), diferencias significativas se muestran en el Diámetro de tallo (D.T.), Contenido de N foliar (N), contenido de P foliar (P). En los efectos combinados de los factores (FxD), únicamente en la variable contenido de K foliar (K) se encontraron diferencias significativas (Cuadro 12).

Cuadro 11. Resumen de análisis de varianza (p), de algunas variables del efecto de pollinaza y torta de piñón como fuentes nitrogenadas en cuatro dosis sobre el desarrollo productivo de algodón, Santa Ana - Manabí, 2021.

VARIABLES	FUENTES	DOSIS	F*D	Error (CM)	CV %
A. P	0,53	0,14	0,94	157,75	13,07
D.T.	0,39	0,02	0,71	0,89	6,54
N.H.	0,02	0,52	0,94	17,86	7,02
M.S.F.	0,10	0,12	0,37	307,48	25,87
I.A.F.	<0,0001	0,07	0,55	4752006,58	22,14
Clorof.	0,35	0,17	0,33	32,77	11,56
N	<0,0001	<0,0001	0,07	0,01	2,62
P	<0,0001	0,00	0,17	0,00	11,25
K	<0,0001	0,08	0,00	0,04	11,00
P.C.S.	0,16	0,09	0,49	1,04	11,99
N.B.P.	0,00	0,63	0,06	22,59	21,95
Rend.	0,01	0,24	0,23	402175,32	17,80

Fuentes: Urea, materia orgánica Dosis. (50, 100,150 y 200 kg de N ha⁻¹). Altura de planta (**A. P**), Diámetro de tallo (**D.T.**), Número de hojas por planta (**N.H.**), Materia seca foliar (**M.S.F.**), Índice de área foliar (**I.A.F.**), Índice de clorofila (**Clorof.**), Contenido de N foliar (**N**), contenido de P foliar (**P**), Contenido de K foliar (**K**), Peso de 100 semillas (**P.C.S.**), Número de Bellotas por planta (**N.B.P.**) y Rendimiento por ha (**Rend.**)

De acuerdo con los resultados presentados en el Cuadro 13, se muestra mayor efecto en NH cuando se aplicó la urea como fertilizante, diferenciándose de la gallinaza. Chinga y colaboradores (2020), determinaron que el uso de lixiviados de vermicompost incrementó el número de hojas del algodón DP Alcalá 90, siendo superior que el tratamiento que usó fertilización química, lo que difiere de esta investigación en que la urea tuvo mayores efectos, a pesar de esto la torta de piñón tuvo efectos destacados en el número de hojas de algodón.

Estudiando el I.A.F. la gallinaza y torta de piñón tuvieron resultados superiores que cuando fue utilizada la urea. Read et al . (2018) menciona que cuando solamente es aplicado N en el suelo el I.A.F. es menor, siendo necesario ser combinado con otros nutrientes o con

cultivos que aporten diversos nutrientes. En el cuadro 13 se demuestra este efecto, debido a que las otras fuentes nitrogenadas contienen otro macro y micro nutrientes indispensables para el desarrollo foliar de las plantas de algodón.

Analizando el contenido de N, P y K foliar, la aplicación de torta de piñón como fertilizante resultó en mayor concentración de estos elementos. Mientras en la variable Rend. la gallinaza y torta de piñón fueron superiores que la urea, demostrando que cualquiera de estas dos fuentes orgánicas puede suplir las necesidades nutricionales del algodón (Cuadro 13).

La utilización de N se ve muy afectada por la presencia o ausencia de otros nutrientes minerales, especialmente el fósforo. El fósforo permanece adherido al suelo, lo que disminuye su disponibilidad para las plantas. La suplementación con ácido húmico aumenta la disponibilidad de fósforo, lo que mejora la absorción y utilización de N, lo que finalmente aumenta la producción de algodón (Khan *et al.*, 2017). Seguramente la falta de fósforo y potasio y otros elementos que no contiene la urea determinaron un rendimiento inferior que cuando se utilizó la gallinaza y la torta de piñón, ya que dichas biomásas son ricas en macro y micronutrientes indispensables para el desarrollo productivo de cualquier especie vegetal.

Cáceres (2012), estudió 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 en dosis de 10 y 20 t respectivamente, obteniendo mejores resultados cuando usó la urea en la dosis de 90 kg N ha⁻¹ con 1.278,508 kg ha⁻¹ de rendimiento, siendo este resultado inferior a los encontrados en la presente investigación (Cuadro 13).

En un estudio efectuado por Echer et al. (2020) en Mato Grosso de Brasil en un cambisol distroférico se evaluaron de 13 genotipos de algodón en que fue usado 70, 140 y 210 Kg N ha⁻¹ usando urea como fuente nitrogenada, ellos encontraron rendimientos entre 800 y 1600 de Kg ha⁻¹ de fibra de algodón, siendo estos valores inferiores a los rendimientos encontrados en nuestra investigación.

Cuadro 12. Variables del desarrollo productivo de algodón en respuesta al efecto de la aplicación de pollinaza, torta de piñón y urea como fuentes nitrogenadas, Santa Ana - Manabí, 2021.

Número de hojas por planta (**N.H.**), Materia seca foliar (**M.S.F.**), Índice de área foliar (**I.A.F.**), Contenido de

Fuentes	N.H.	I.A.F.	N	P	K	N.B.P.	Rend.
		cm ²		%			Kg ha ⁻¹
Gallinaza	58,03 b	11572,87 a	4,58 b	0,43 b	1,71 b	25,92 a	3859,17 a
Torta de Piñón	59,38 ab	11548,77 a	4,86 a	0,73 a	2,28 a	20,92 b	3749,58 a
Urea	63,29 a	6411,12 b	4,56 b	0,18 c	1,15 c	18,13 b	3079,17 b

N foliar (**N**), contenido de P foliar (**P**), Contenido de K foliar (**K**), Número de Bellotas por planta (**N.B.P.**) y Rendimiento por ha (**Rend.**). Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey (P≤0,05).

En el cuadro 11, se pudo observar que la dosis de 200 kg de N ha⁻¹. tuvo mayor efecto en el diámetro del tallo, diferenciándose únicamente de la dosis de 50 kg de N ha⁻¹.

Para el contenido de N foliar, la dosis de 200 kg de N ha⁻¹ fue superior que las otras dosis en la concentración de este nutriente. En cambio para el contenido de P foliar las dosis de 150 y 200 kg de N ha⁻¹ demostraron ser superiores que la de 50 kg de N ha⁻¹.

La fertilización nitrogenada es esencial para el desarrollo y producción del cultivo. Con el objetivo de lograr un buen desarrollo vegetativo, compatible con la capacidad potencial de cada variedad de algodón respecto a las condiciones climáticas de la zona, es fundamental

en algodón la regulación del nitrógeno. La regulación del nitrógeno se efectúa con las dosis y el momento de aplicación.

Debido a que, en la altura de planta, índice de área foliar y materia seca foliar no se encontraron diferencias significativas, lo cual implica que las diferentes cantidades de N aplicados no afectaron la actividad metabólica de las plantas, siendo resultado de la suficiencia en este nutrimento, corroborando con la investigación de Orozco–Vidal et al. (2008), quienes usaron la variedad transgénica NuCot 35B en las dosis de 0, 80 y 160 kg ha⁻¹ de N.

Gil y colaboradores (2003), no encontraron efectos significativos de la dosis de N o de la densidad poblacional, ni de sus interacciones en el rendimiento y precocidad del algodón en dosis de 0, 40, 120 y 160 kg ha⁻¹, de igual manera que lo encontrado en la presente investigación. Este fenómeno no es explicable en términos de un probable contenido de N residual, ya que el estudio se estableció en un suelo con bajo contenido de materia orgánica y N total de 0,04%.

No se encontró una asociación entre el rendimiento y el índice de clorofila ni diferencias significativas en esas variables, estos resultados difieren de Santillano Cázares et al. (2019) quienes encontraron diferencias y asociación entre estas variables cuando estudiaron la dosis de 200 Kg Nha⁻¹.

Cuadro 13. Variables del desarrollo productivo de algodón en respuesta al efecto de cuatro dosis nitrogenadas, Santa Ana - Manabí, 2021.

Dosis	D.T.	N	P
kg Nha⁻¹	mm	%	%
50	13,74 b	4,18 d	0,39 b
100	14,31 ab	4,58 c	0,44 ab
150	14,37 ab	4,79 b	0,46 a
200	15,26 a	5,11 a	0,50 a

Diámetro de tallo (**D.T.**), Contenido de N foliar (**N**), contenido de P foliar (**P**). Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Con respecto a la interacción FxD, se muestra que para el contenido de K foliar fue encontrada en mayor concentración en la torta de piñón en la dosis de 100 kg de N ha⁻¹, misma que se diferenció de la dosis de 200 kg de N ha⁻¹ con la misma biomasa, también se diferenció de los tratamientos en que se utilizó la gallinaza en las dosis de 50,100 y 150 kg de N ha⁻¹ y de los que se usó la urea en todas las dosis (Cuadro 12).

Se ha revelado que la aplicación K impacta en el establecimiento de las bellotas y su número, así como en el rendimiento del algodón en rama, siendo indispensable su aplicación para un buen desarrollo productivo (Shahzad *et al.*, 2019). Se puede verificar que en el cuadro 15 se muestran mayores concentraciones de K en la torta de piñón y gallinaza en sus diferentes dosis, lo que resulta en mayor rendimiento demostrado en el Cuadro 13.

Cuadro 14. Variables del desarrollo productivo de algodón en respuesta a la interacción entre fuente y dosis, Santa Ana - Manabí, 2021.

Fuentes	Dosis	K
	kg Nha ⁻¹	%
Gallinaza	50	1,37 de
Gallinaza	100	1,48 cde
Gallinaza	150	1,83 bcd
Gallinaza	200	2,17 ab
Torta de Piñón	50	2,17 ab
Torta de Piñón	100	2,70 a
Torta de Piñón	150	2,31 ab
Torta de Piñón	200	1,96 bc
Urea	50	1,15 e
Urea	100	1,11 e
Urea	150	1,16 e
Urea	200	1,17 e

Contenido de K foliar (**K**). Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

6. CONCLUSIONES

Fue verificado mejor comportamiento en la fertilización orgánica con pollinaza y torta de piñón como fuente nitrogenada en las diferentes variables evaluadas del crecimiento vegetativo y en el rendimiento de algodón.

No se obtuvo efectos de las fuentes nitrogenadas y dosis en el índice de clorofila.

El uso de la torta de piñón como fertilizante resultó en mayores concentraciones foliares de NPK que las otras fuentes estudiadas.

7. RECOMENDACIONES

Realizar el experimento en diferentes condiciones edafoclimáticas para corroborar el efecto de las biomásas de torta de piñón y pollinaza.

Medir otras variables del componente de calidad de la fibra del algodón.

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

8. BIBLIOGRAFÍA

- Achten, W. M., Verchot, L., Franken, Y. J., Mathijs, E., Singh, V. P., Aerts, R., & Muys, B. (2008). *Jatropha* bio-diesel production and use. *Biomass and bioenergy*, 32(12), 1063-1084.
- Andrade, J., & González, M. (2017). Análisis de la capacidad de producción de algodón en el sector Pedro Carbo y su factibilidad de exportación. Recuperado el 12 de Septiembre de 2020, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17205/1/TESIS%20PRODUCCION%20ODE%20ALGODON%20PEDRO%20CARBO.pdf>.
- Arshad, I. (2020). Producción PSM Biological Research. Review on the sustainable cotton, Pág. 78-84.
- Bakhshani, A., Mahdikhani-Moghadam, E., & Baghaee-Ravari, S. (2016). Identification of Plant-parasitic Nematodes in Cotton Fields in Southern Khorasan Province. *Journal of Plant Protection*, 30(3), 460-467.
- Beltrão, N. E., do Vale, L. S., Marques, L. F., Cardoso, G. D., & Araújo, W. P. (2010). O cultivo do algodão orgânico no semi-árido brasileiro. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 5(5), 08-13.
- Bozorov, T.A., R.M. Usmanov, H. Yang, S.A. Hamdullaev, S. Musayev, J. Shavkiev, 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.). *J. Arid Land* 10:441–456. doi:10.1007/s40333-018-0009y
- Burbano-Figueroa, O., Montes-Mercado, S., Pastrana-Vargas, I. J., & Cadena-Torres, J. (2018). Introducción y desarrollo de variedades de algodón Upland en el sistema productivo colombiano: una revisión. *Ciencia y Agricultura*, 15(1), 29-44.
- Cáceres Díaz, R. O. (2011). Respuesta a la fertilización orgánica e inorgánica del Algodón en el Suroeste de Chaco, Argentina. In Congreso Iberoamericano sobre Desarrollo y Ambiente de REDIBEC, 5, Jornadas de la Asociación Argentina Uruguay de Economía Ecológica, 5, Santa Fe-Argentina.

- 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>
- Castro, F., Contreras, D., Tamayo, L., & Trujillo, L. (2013). Análisis de la competitividad de la cadena algodón, fibras, textiles y confecciones. FEDESARROLLO, Bogota, COL.
- Celik, I., Gunal, H., Budak, M., & Akpinar, C. (2010). Effects of long-term organic and mineral fertilizers on bulk density and penetration resistance in semi-arid Mediterranean soil conditions. *Geoderma*, 160(2), 236-243.
- Cervantes, T, Fortis, M, Trejo, H, Vasquez, C, Gallegos, M, Garcia, J. (2018). Fertilización química y orgánica en la producción de sandía en el norte de México. *Revista Mexicana de ciencias Agrícolas*, 20. 4263-4275.
- Chinga, W., García, A. T., Chirinos, D. T., & Marmol, L. E. (2020). Efecto de un lixiviado de vermicompost sobre el crecimiento y producción del algodón. *ECUADOR ES CALIDAD*, 7(2).
- Colombo, F. (2019). “Rendimiento y calidad de fibra de genotipos de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en respuesta a la nutrición nitrogenada y altas temperaturas”. (Tesis de postgrado, Universidad Nacional de Rio). Rio Cuarto. [INTA CRSantaFe EEAREconquista Colombo FV Rendimiento y calidad de fibra de genotipos de algodón.pdf](#)
- Condori-Guarachi, D., Condori-Mamani, P., & Quispe-Condori, E. (2018). Efecto de aplicación de abono orgánico y fertilizante líquido orina humana fermentada sobre la fertilidad del suelo en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de el alto. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 6(1), 3-10.
- Corrales, M, Rada, F, Jaimez, R. (2016). Efecto del nitrógeno en los parámetros fotosintéticos y de producción del cultivo de la gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus ex Hook. f. *Ecofisiología, Metabolismo de Cultivos, Tecnología, Producción y Fisiología de Semillas*, 65 (3). 255-260. [v65n3a07.pdf \(scielo.org.co\)](#)

- de Souza, F. G., Chaves, L. H. G., Alves, A. N., de Sousa, J. A., & de Vasconcelos, A. C. F. (2018). Nutritional analysis of BRS Topázio cotton plants with omission of macronutrients. *Journal of Agricultural Science (Toronto)*, 10(3), 237-243.
- Dikinya, O., & Mufwanzala, N. (2010). Chicken manure-enhanced soil fertility and productivity: Effects of application rates. *Journal of soil science and environmental management*, 1(3), 46-54.
- Echer, F. R., Cordeiro, C. F. D. S., & de la Torre, E. D. J. R. (2020). The effects of nitrogen, phosphorus, and potassium levels on the yield and fiber quality of cotton cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, 43(7), 921-932.
- Echer, F. R., Cordeiro, C. F. D. S., & de la Torre, E. D. J. R. (2020). The effects of nitrogen, phosphorus, and potassium levels on the yield and fiber quality of cotton cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, 43(7), 921-932.
- Espinosa, M, Suarez, D. (2019). El sector algodonero en Ecuador: desafíos y oportunidades de la cadena de valor. *Revista digital de la (UCE)*, 1 (377). [El sector algodonero en Ecuador: desafíos y oportunidades de la cadena de valor1 \(googleusercontent.com\)](https://www.googleusercontent.com)
- Faghani, E., Kolahi, M., Sohrabi, B., & Goldson-Barnaby, A. (2019). Anatomic features and antioxidant activity of cotton seed (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes under different irrigation regimes. *Journal of Plant Growth Regulation*, 38(3), 883-896.
- FAO. (2014). Análisis de la cadena de valor en la producción de algodón en México. ISBN 978-92-5-308239-1. México. SAGARPA. <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2019/01/28/1608/01022019-4-analisis-de-la-cadena-de-valor-en-la-produccion-de-algodon-en-mexico.pdf>
- Fernandes, J. D., Chaves, L. H. G., Dantas, J. P., & SILVA, J. D. (2009). Adubação orgânica e mineral no desenvolvimento da mamoneira. *Engenharia Ambiental*, 6(2), 358-368.
- Ferreira, M. M., de Lima Tartaglia, F., & Fulaneti, F. S. (2018). Crescimento e produtividade do algodoeiro herbáceo submetido à adubação orgânica. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, 8(2), 52-61.

- Gavilanes, F. Z., Amaral, H. F., García, M. C., Araujo-Junior, C. F., Júnior, L. A. Z., Nomura, R. B. G., & Andrade, D. S. (2021). Interactions Between Edaphoclimatic Conditions and Plant–Microbial Inoculants and Their Impacts on Plant Growth, Nutrient Uptake, and Yields. In *Advances in the Domain of Environmental Biotechnology* (pp. 591-633). Springer, Singapore.
- Gavilanes, F. Z., Andrade, D. S., Figueiredo, A., Cedeño-García, G., Zucareli, C., & Fátima Guimarães, M. D. (2020). Effect of Physic Nut Seed Cake on Common Bean Development and Clay Dispersion of Soil. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(3).
- Gavilanes, F. Z., Andrade, D. S., Figueiredo, A., Cedeño-García, G., Zucareli, C., & Fátima Guimarães, M. D. (2020). Effect of Physic Nut Seed Cake on Common Bean Development and Clay Dispersion of Soil. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(3).
- Gil, A. & López, S. (2017). Principales plagas y controladores biológicos de *Gossypium hirsutum* L. “algodón nativo” de fibra verde en relación a su ciclo fenológico. *Arnaldoa*, 24 (1). 359-368. doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.241.24118> . [Principales plagas y controladores biológicos de Gossypium hirsutum L- algodón nativo de fibra verde en relacion a su ciclo fenologico.pdf \(researchgate.net\)](http://www.researchgate.net/publication/316111111-Principales-plagas-y-controladores-biologicos-de-Gossypium-hirsutum-L-algodon-nativo-de-fibra-verde-en-relacion-a-su-ciclo-fenologico/pdf)
- Gil, A. P., Mascorro, A. G., & Ávila, S. 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*, 26(3), 167-171.
- Guido H. Poveda-Burgos, Edison A. Erazo-Flores & José González Ruiz (2017). “Oportunidad del cultivo del piñón como propuesta para el desarrollo sostenible de pequeños agricultores en Ecuador”, *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Ecuador. <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/cultivo-pinon-ecuador.html>
- Günaydin, G. K., Yavas, A., Avinc, O., Soydan, A. S., Palamutcu, S., Şimşek, M. K., ... & Kivilcim, M. N. (2019). Organic cotton and cotton fiber production in Turkey, recent developments. In *Organic cotton* (pp. 101-125). Springer, Singapore.

- Jayakumar, M., & Surendran, U. (2017). Intercropping and balanced nutrient management for sustainable cotton production. *Journal of Plant Nutrition*, 40(5), 632-644.
- Khan, A., Tan, D. K. Y., Afridi, M. Z., Luo, H., Tung, S. A., Ajab, M., & Fahad, S. (2017). Nitrogen fertility and abiotic stresses management in cotton crop: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(17), 14551-14566.
- Khan, M. A., Wahid, A., Ahmad, M., Tahir, M. T., Ahmed, M., Ahmad, S., & Hasanuzzaman, M. (2020). World cotton production and consumption: An overview. *Cotton production and uses*, 1-7.
- Kuang, W., Gao, X., Gui, D., Tenuta, M., Flaten, D. N., Yin, M., & Zeng, F. (2018). Effects of fertilizer and irrigation management on nitrous oxide emission from cotton fields in an extremely arid region of northwestern China. *Field Crops Research*, 229, 17-26.
- López, S., Mostacero, J., Quijano, C., Gil, A & Rabanal, M. (2020). Caracterización del fruto, semilla y fibra de *Gossypium raimondii* Ulbrich, ecotipo algodón silvestre. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1). : https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_art:1219 . [0122-8706-ccta-21-01-00011.pdf \(scielo.org.co\)](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_art:1219)
- Malavolta, E., Nogueira, N. G. L., Heinrichs, R., Higashi, E. N., Rodriguez, V., Guerra, E., ... & Cabral, C. P. (2004). Evaluation of nutritional status of the cotton plant with respect to nitrogen. *Communications in soil science and plant analysis*, 35(7-8), 1007-1019.
- Mamani, J. (2013). *Evaluación del comportamiento del cultivo de algodón (gossypium barbadense cultivar cobalt-pima) con ocho densidades de siembra bajo condiciones de zonas áridas majes-Arequipa*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa). Arequipa, Perú. [AGmamajc011.pdf \(unsa.edu.pe\)](#)
- Massoud, A., Koreish, E., Rashad, M., & Kandil, M. (2017). Effect of *Jatropha curcas* Seed Cake on soil health parameters and growth of wheat plant (*Triticum aestivum* L.) grown in sandy and calcareous soils. *Alexandria Science Exchange Journal*, 38(July-September), 474-483.

- 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.revencty.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/bioag/v9n3/articulo02.pdf>
- Muñoz, M, Buelvas, M. (2020). Evaluación de las fuentes de variación para rendimiento en estudios de interacción genotipo x ambiente de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en el caribe colombiano. (Tesis de pregrado, Universidad de Córdoba). Córdoba. [BuelvasGuzmánMiltonEdinson-MuñozPucheMaríaCamila.pdf \(unicordoba.edu.co\)](http://unicordoba.edu.co/BuelvasGuzmánMiltonEdinson-MuñozPucheMaríaCamila.pdf)
- Muñoz, M. (2009). *Caracterización Morfométrica de cuatro ecotipos de piñón (Jatropha curcas), asociado con teca (Tectona grandis)*”. (Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral). Guayaquil, Ecuador. [D-65722.pdf \(espol.edu.ec\)](http://espol.edu.ec/D-65722.pdf)
- Orozco-Vidal, J. A., Palomo-Gil, A., Río, G. D., Espinoza Banda, A., & Hernández-Hernández, V. (2008). Dosis de nitrógeno y su efecto en la producción y distribución de biomasa de algodón transgénico. *Terra Latinoamericana*, 26(1), 29-35.
- Orrico Júnior, M. A., Orrico, A. C., & Lucas Júnior, J. D. (2010). Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves. *Engenharia Agrícola*, 30, 538-545.
- Pareja, M. M. E. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista de investigación*, 2(1), 43-48.
- Qian, L., Chen, X., Wang, X., Huang, S., & Luo, Y. (2020). The Effects of Flood, Drought, and Flood Followed by Drought on Yield in Cotton. *Agronomy*, 10(4), 555.
- Rajendran, T. P., Birah, A., & Burange, P. S. (2018). Insect pests of cotton. In *Pests and their management* (pp. 361-411). Springer, Singapore.
- Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*, 35(4), 52-59.

- Read, J. J., Adeli, A., McCarty, J. C., & Feng, G. G. (2018). Cotton response to residual poultry litter: Leaf area, nitrogen removal, and yield. *Agronomy Journal*, 110(6), 2360-2368.
- Reddy, K. R., Brand, D., Wijewardana, C., & Gao, W. (2017). Temperature effects on cotton seedling emergence, growth, and development. *Agronomy Journal*, 109(4), 1379-1387.
- Retes, R, Moreno, S, Denogean, F, Martín, M, & Ibarra, F. (2015). Análisis de rentabilidad del cultivo de algodón en sonora. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 36,1156-1166. 1405-9282. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=141/14132408002>
- Santillano Cázares, J., Roque Díaz, L. G., Núñez Ramírez, F., Grijalva Contreras, R. L., Robles Contreras, F., Macías Duarte, R., ... & Cárdenas Salazar, V. (2019). La fertilidad del suelo afecta el crecimiento, nutrición y rendimiento de algodón cultivado en dos sistemas de riego y diferentes dosis de nitrógeno. *Terra Latinoamericana*, 37(1), 7-14.
- Shahzad, A. N., Rizwan, M., Asghar, M. G., Qureshi, M. K., Bukhari, S. A. H., Kiran, A., & Wakeel, A. (2019). Early maturing Bt cotton requires more potassium fertilizer under water deficiency to augment seed-cotton yield but not lint quality. *Scientific reports*, 9(1), 1-10.
- Shankar, A., Gupta, R. K., & Singh, B. (2019). Establishing indicator leaf and its threshold values for need based nitrogen management using chlorophyll meter and leaf color chart in Bt cotton. *Journal of Plant Nutrition*, 42(2), 186-201.
- Shareef, M., Gui, D., Zeng, F., Waqas, M., Ahmed, Z., Zhang, B., ... & Xue, J. (2019). Nitrogen leaching, recovery efficiency, and cotton productivity assessments on desert-sandy soil under various application methods. *Agricultural Water Management*, 223, 105716.
- Sherene, T., Santhi, R., Kavimani, R., & Bharathi Kumar, K. (2016). Integrated Fertilizer Prescriptions for Transgenic Cotton Hybrids under Rainfed Situation through Inductive cum Targeted Yield Model on Vertisol. *Communications in Soil Science and plant analysis*, 47(17), 1951-1960.

- Tańczuk, M., Junga, R., Kolasa-Więcek, A., & Niemiec, P. (2019). Assessment of the energy potential of chicken manure in Poland. *Energies*, 12(7), 1244.
- Tcach, N. & Ibaló, S. (2019). Algodón en surcos estrechos. Argentina. INTA. ISBN: 978-987-521-985-4. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/5618>
- Tewolde, H., & Sistani, K. R. (2014). Cotton production improvement and environmental concerns from poultry litter application in southern and southeastern USA soils. *Applied manure and nutrient chemistry for sustainable agriculture and environment*, 355-370.
- Tewolde, H., Armstrong, S., Way, T. R., Rowe, D. E., & Sistani, K. R. (2009). Cotton response to poultry litter applied by subsurface banding relative to surface broadcasting. *Soil Science Society of America Journal*, 73(2), 384-389.
- Torres, A. (2017). Importancia de fibra de algodón (*Gossypium* spp.) Americano en el Perú. (Monografía de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina). Lima, Perú. [E71-T6-T.pdf \(lamolina.edu.pe\)](#)
- Veneroso, N. (2014). “*Antecedentes y condiciones actuales sobre el manejo y usos del algodón en seis comunidades del Totonacapan, Veracruz*”. (Tesis de pregrado, Universidad Veracruzana). [GarcezVenerosoNallely-Agosto2014.pdf \(uv.mx\)](#)
- Véras, M. L. M., de Sousa Alves, L., de Melo Filho, J. S., & da Silva Irineu, T. H. (2018). Efeito da adubação orgânica no crescimento, produção e acúmulo de biomassa em algodoeiro. *MAGISTRA*, 29(2), 172-181.
- Vieira, J. L. V., Nardi, K. T., Silva, G. R. A., Moreira, L. A., Zavaschi, E., Moura, T. A., & Otto, R. (2018). Nutrient uptake by high-yielding cotton crop in Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 42.
- Walke, N., Reddy, G. O., Maji, A. K., & Thayalan, S. (2012). GIS-based multicriteria overlay analysis in soil-suitability evaluation for cotton (*Gossypium* spp.): A case study in the black soil region of Central India. *Computers & Geosciences*, 41, 108-118.
- Wendel, J. F., & Grover, C. E. (2015). Taxonomy and evolution of the cotton genus, *Gossypium*. *Cotton*, 57, 25-44.

- Yang, X., Jin, X., Chu, Q., Pacenka, S., & Steenhuis, T. S. (2021). Impact of climate variation from 1965 to 2016 on cotton water requirements in North China Plain. *Agricultural Water Management*, 243, 106502.
- Yu, J., Yin, X., Raper, T. B., Jagadamma, S., & Chi, D. (2019). Nitrogen Consumption and Productivity of Cotton under Sensor-based Variable-rate Nitrogen Fertilization. *Agronomy Journal*, 111(6), 3320-3328.
- Zambrano, A. (2016). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercialización de camisetas con el uso de algodón orgánico en la ciudad de Quito parroquia El Condado. (Tesis de pregrado, Universidad Internacional del Ecuador). Quito, Ecuador. [T-UIDE-1098.pdf](#)
- Zhang, X., Fang, Q., Zhang, T., Ma, W., Velthof, G. L., Hou, Y., ... & Zhang, F. (2020). Benefits and trade-offs of replacing synthetic fertilizers by animal manures in crop production in China: A meta-analysis. *Global change biology*, 26(2), 888-900.

Actividad: Desbroce



Actividad: Limpieza del terreno



Actividad: Colocación de cintas de goteo



Actividad: mejora del sistema de riego



Actividad: realizando la respectiva siembra



Actividad: medición de la altura de la planta



Actividad: toma de datos



Actividad: asesoría técnica



Actividad: cálculo de peso de las semillas de algodón

