



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

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA**

“EFECTO DE DOSIS DE ESTIÉRCOL BOVINO Y UREA SOBRE EL  
COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO Y PRODUCTIVO DEL  
CULTIVO DEL ALGODÓN (*Gossypium hirsutum*, L.)”

**AUTORES**

ARAGUNDI DEMERA JOFFRE SANTIAGO  
INTRIAGO MENDOZA JOSÉ VIDAL

**DIRECTOR DE TESIS**

Dr. TORRES GARCÍA CARIDAD ANTONIO PhD.

**REVISOR**

Dr. ZAMBRANO GAVILANES FREDDY ELI PhD.

**SANTA ANA – MANABÍ- ECUADOR**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Dedico mi esfuerzo y lucha constante a DIOS, que en todo momento me ha acompañado, bendiciéndome en cada paso que doy, llenando de amor, salud, alegría, permitiéndome lograr mis objetivos. Dedico con todo mi corazón este trabajo de titulación a mis padres, que con esa paciencia y amor me han demostrado su apoyo y siempre han estado conmigo dándome fuerza para seguir mis estudios, pues sin ellos no lo hubiese logrado. Mis padres a través de su amor y valores inculcados a lo largo de la vida son mi pilar fundamental para seguir adelante y luchar para alcanzar mis metas.

Dedico unas palabras a la mujer que amo, que desde que la comencé a tratar, conocí alguien muy especial, que sin darme cuenta me enamoré, convirtiéndose ella en una fuerza para seguir adelante, a pesar de que en algunos años estuvimos distanciados, nunca me di por vencido, y estuve cerca de ella, en sus momentos tristes y alegres, dándonos la mano en nuestros estudios, que de otra forma nos acercamos y compartimos momentos especiales, logrando una gran meta que ambos compartamos sentimientos de amor, que hoy por hoy sentimos.

Mi tutor de tesis Dr. Caridad Antonio Torres García, es la persona que nos ha apoyado en el desarrollo de esta tesis, y a mi compañero de tesis y compañeras y compañeros de la carrera que han sido un gran apoyo incondicional para lograr esta meta.

**Joffre Santiago Aragundi Demera.**

## **DEDICATORIA**

Este logro se lo dedico a DIOS, que siempre me acompaño, bendiciéndome en cada paso que doy, llenando de amor, salud, alegría, permitiéndome lograr mis objetivos.

Dedico con todo mi corazón este trabajo de titulación a mis padres, que con esa paciencia y amor me han demostrado su apoyo y siempre han estado conmigo dándome fuerza para seguir mis estudios, a mi esposa que es el pilar fundamental para haber obtenido este título, la cual siempre tiene esas palabras de inspiración para motivarme y seguir luchando por mis objetivos, a mi hijo mi inspiración el que me dio las fuerzas para poder luchar día a día.

Mi tutor de tesis Dr. Caridad Antonio Torres García, es la persona que nos ha apoyado en el desarrollo de esta tesis, y a mi compañero de tesis y compañeras y compañeros de la carrera que han sido un gran apoyo incondicional para lograr esta meta.

**José Vidal Intriago Mendoza.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis más sinceros agradecimientos a Dios por siempre guiarme en cada paso que doy en mi vida, y disfrutar de cada cosa que se hace con amor.

Gracias a nuestros padres y familiares por apoyarnos en cada decisión y proyectos, ya que este camino no ha sido sencillo hasta ahora, pero gracias a su amor, a su inmensa bondad, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos, gracias a la vida porque cada día nos demuestra lo hermoso que es.

A la Universidad Técnica de Manabí, en especial a la escuela de Ingeniería Agronómica, a cada uno de sus docentes por habernos impartidos sus conocimientos tanto dentro del aula de clases como en las prácticas de campo y de laboratorio.

También un agradecimiento especial para nuestro tutor, Dr. Caridad Antonio Torres García PhD, por habernos guiado y orientado en todo el proceso de desarrollo de nuestro trabajo de titulación.

**Los autores.**

# CERTIFICACIÓN

Dr. CARIDAD ANTONIO TORRES GARCÍA PhD.

## **CERTIFICO:**

Que la tesis de grado titulada “**Efectos de dosis de estiércol de bovino y urea sobre el comportamiento fisiológico y productivo del cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum*, L.)**” es trabajo original de los señores egresados Joffre Santiago Aragundi Demera y José Vidal Intriago Mendoza, el cual fue realizado bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones y reglamentos establecidos en su ejecución.

---

Dr. Caridad Antonio Torres García. PhD

**TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

# CERTIFICACIÓN

Dr. FREDDY ELI ZAMBRANO GAVILANES PhD.

## CERTIFICO:

Que he revisado estilo y ortografía del trabajo de titulación **Efectos de dosis de estiércol de bovino y urea sobre el comportamiento fisiológico y productivo del cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum*, L.)** elaborados por Joffre Santiago Aragundi Demera y José Vidal Intriago Mendoza, 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”**.

-----  
Dr. Freddy Eli Zambrano Gavilanes PhD.

**REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

## FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

### TEMA

“Efectos de dosis de estiércol de bovino y urea sobre el comportamiento fisiológico y productivo del cultivo 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.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Mg. Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Dr. PhD.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## DECLARACIÓN

**Aragundi Demera Joffre Santiago e Intriago Mendoza José Vidal**, 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.

Egresados Aragundi Demera Joffre Santiago y Intriago Mendoza José Vidal, el

---

Joffre Santiago Aragundi Demera

**EGRESADO**

---

José Vidal Intriago Mendoza

**EGRESADO**



# ÍNDICE GENERAL

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
3.1.	Importancia del cultivo del algodón ( <i>Gossypium hirsutum</i> , L.) .....	5
3.2.	Cultivo del algodón en Ecuador.....	5
3.3.	Origen.....	6
3.4.	Taxonomía. ....	6
3.5.	Morfología. ....	6
3.6.	Ciclo fenológico.....	7
3.7.	Condiciones edafoclimáticas.....	8
3.8.	Requerimientos hídricos y nutricionales.....	8
3.9.	Fertilización nitrogenada en algodón.....	10
3.10.	Ciclo de nitrógeno en el suelo.....	11
3.11.	Extracción de nitrógeno por el cultivo del algodón.....	12
3.12.	Urea.....	12
3.13.	Estiércol de bovino.....	13
3.14.	Variedad de algodón DP Acala-90.....	14
<b>4.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>16</b>
4.1.	Ubicación del ensayo y características edafoclimáticas. ....	16
4.2.	Material genético.....	16
4.3.	Obtención del estiércol de bovino.....	16

4.4.	Diseño de la investigación. ....	16
4.5.	Delineamiento experimental. ....	17
4.6.	Hipótesis. ....	17
4.7.	Definición de variables. ....	18
4.7.1.	Variable independiente. ....	18
4.7.2.	Variable dependiente. ....	18
4.8.	Manejo del ensayo. ....	18
4.8.1.	Preparación del suelo. ....	18
4.8.2.	Siembra. ....	19
4.8.3.	Riego. ....	19
4.8.4.	Fertilización y regulador de crecimiento. ....	19
4.8.5.	Control de maleza. ....	19
4.8.6.	Control fitosanitario. ....	19
4.8.7.	Cosecha. ....	20
4.9.	Variables evaluadas. ....	20
4.9.1.	Numero de hojas. ....	20
4.9.2.	Área foliar. ....	20
4.9.3.	Altura de planta. ....	20
4.9.4.	Diámetro del tallo. ....	20
4.9.5.	Contenido de clorofila. ....	20
4.9.6.	Conductividad estomática. ....	21
4.9.7.	Número y peso de bellotas. ....	21
4.9.8.	Peso de 100 de semillas, en g. ....	21

4.9.9.	Peso de fibra. ....	21
4.9.10.	Volumen de raíces. ....	21
4.10.	Selección de muestra. ....	21
4.11.	Recolección de datos. ....	21
4.12.	Análisis de datos. ....	22
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>23</b>
5.1.	Numero de hojas y área foliar por plantas. ....	23
5.2.	Altura de planta. ....	25
5.3.	Diámetro del tallo. ....	26
5.4.	Contenido relativo de clorofila. ....	27
5.5.	Conductancia estomática. ....	28
5.6.	Volumen de raíces. ....	30
5.7.	Número y peso de bellotas, peso de semillas y fibra. ....	31
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>34</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>35</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>36</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>50</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Primera alternativa de fertilización para el cultivo del algodón. Formulado por Reyes (2014).....	9
<b>Cuadro 2.</b> Segunda alternativa de fertilización para el cultivo del algodón. Formulado por Reyes (2014).....	10
<b>Cuadro 3.</b> Caracteres vegetativos y reproductivos de la variedad DP Acala-90.....	15
<b>Cuadro 4.</b> Factores de estudio. ....	17
<b>Cuadro 5.</b> Promedio del número de hojas y área foliar a los 35, 45 y 55 DDS en plantas de algodón con diferentes dosis de estiércol de bovino y urea. ....	24
<b>Cuadro 6.</b> Valores promedios de altura de planta (cm) a los 35, 45 y 55 DSS en plantas de algodón con diferentes dosis de estiércol de bovino y urea. ....	25
<b>Cuadro 7.</b> Promedio del diámetro (mm) a los 35, 45 y 55 DDS, en plantas de algodón con diferentes dosis de estiércol de bovino y urea. ....	26
<b>Cuadro 8.</b> Valores promedio para el contenido relativo de clorofilas en unidades Spad en plantas de algodón con dosis diferentes dosis de estiércol de bovino y urea. ....	27
<b>Cuadro 9.</b> Promedio de la conductancia estomática ( $\mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$ ) a los 73, 87 y 100 DDS, en plantas de algodón con diferentes dosis de estiércol de bovino y de urea. ....	29
<b>Cuadro 10.</b> Promedio del Volumen de raíces a los 90 DDS, en plantas de algodón con diferentes dosis de estiércol de bovino y urea. ....	30
<b>Cuadro 11.</b> Promedio del número y peso de bellotas por planta, el peso de 100 semillas y peso de fibras, en el cultivo de algodón con dosis de fertilización nitrogenada. ....	33

## ÍNDICE DE ANEXO

<b>Anexo 1.</b> Limpieza de terreno. ....	50
<b>Anexo 2.</b> Siembra. ....	50
<b>Anexo 3.</b> Desmalezado. ....	51
<b>Anexo 4.</b> Aplicación de insecticida a los 12 DDS para el control de mosca blanca (a); y a los 60 DDS para el control del gusano bellotero (b). ....	51
<b>Anexo 6.</b> Secado de hojas y bellotas. ....	52
<b>Anexo 7.</b> Medición de conductancia estomática (a) y volumen de raíz (b). ....	52
<b>Anexo 8.</b> Contabilidad de los discos. ....	53
<b>Anexo 9.</b> Toma de muestra de contenido de clorofila. ....	53

## RESUMEN

El algodón (*Gossypium hirsutum*. L), es un cultivo de fibra de gran importancia y es considerada la columna vertebral de la economía de muchos países en todo el mundo. El cultivo del algodón para su óptimo crecimiento y desarrollo requiere de cantidades adecuadas de macros y micros nutrientes, donde el nitrógeno es el elemento nutricional más requerido por esta especie. El presente estudio tiene como objetivo principal evaluar el efecto de cuatro dosis de fuentes nitrogenadas a base de estiércol de bovino y urea, en el comportamiento fisiológico y productivo del cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum*, L.), variedad DP Acala-90. Fueron evaluados 8 tratamientos (T1: Estiércol de bovino en 50 kg de N ha<sup>-1</sup>, T2: Urea en 50 kg de N ha<sup>-1</sup>, T3: Estiércol de bovino en 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, T4: Urea en 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, T5: Estiércol de bovino en 150 kg de N ha<sup>-1</sup>, T6: Urea en 150 kg de N ha<sup>-1</sup>, T7: Estiércol bovino en 200 kg en N ha<sup>-1</sup> y T8: Urea en 200 kg de N ha<sup>-1</sup>), utilizando un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), en tres repeticiones, totalizando 24 unidades experimentales. Fueron estudiadas las siguientes variables de crecimiento: número de hojas y área foliar, altura de planta, diámetro del tallo, contenido de clorofila, conductancia estomática, volumen de raíces y variables productivas como el número y peso de bellotas, peso de semillas y fibras. Se obtuvieron los mejores resultados en las variables de crecimiento con la dosis de 150 y 200 Kg de N ha<sup>-1</sup> de estiércol bovino y urea, Mientras que, en las variables productivas, estas se obtuvieron cuando fue usado estiércol bovino y urea en la dosis de 100 kg de N ha<sup>-1</sup>.

**Palabras claves:** fibra, fuentes nitrogenadas, dosis, desarrollo y crecimiento, parámetros productivos.

## SUMMARY

The cotton (*Gossypium hirsutum*. L), is a very important fiber crop and is considered the backbone of the economy of many countries around the world. The cultivation of cotton for its optimal growth and development requires adequate amounts of macros and micronutrients, where nitrogen is the nutritional element most required by this species. The main objective of the present study is to evaluate the effect of four doses of nitrogen sources based on bovine manure and urea, on the physiological and productive behavior of cotton cultivation (*Gossypium hirsutum*, L.), variety DP Acala-90. 8 treatments were evaluated (T1: Bovine manure in 50 kg of N ha<sup>-1</sup>, T2: Urea in 50 kg of N ha<sup>-1</sup>, T3: Bovine manure in 100 kg of N ha<sup>-1</sup>, T4: Urea in 100 kg of N ha<sup>-1</sup>, T5: Bovine manure in 150 kg of N ha<sup>-1</sup>, T6: Urea in 150 kg of N ha<sup>-1</sup>, T7: Bovine manure in 200 kg in N ha<sup>-1</sup> and T8: Urea in 200 kg of N ha<sup>-1</sup>), using a completely randomized block design (DBCA), in three repetitions, totaling 24 experimental units. The following growth variables were studied: number of leaves and foliar area, plant height, stem diameter, chlorophyll content, stomatal conductance, root volume and productive variables such as the number and weight of acorns, weight of seeds and fibers. The best results were obtained in the growth variables with the dose of 150 and 200 Kg of N ha<sup>-1</sup> of bovine manure and urea, while, in the productive variables, these were obtained when bovine manure and urea were used in the dose of 100 kg of N ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** fiber, nitrogen sources, dose, development and growth, productive.

# 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum*, Linneo, 1763), es considerado una especie cultivable no alimentaria de mucha importancia a nivel mundial y es un cultivo de lo más antiguos (Arévalo y Zegarra, 2017; Toro y Becerra, 2018; Bonilla *et al.*, 2020). Pertenece a la familia Malvaceae, se cultiva comercialmente con fines industriales en regiones tropicales y subtropicales del mundo (Farid *et al.*, 2017; López *et al.*, 2020); y es producido en más de 100 países (Campuzano y Baron, 2020).

El cultivo del algodón ha jugado un papel importante en el desarrollo económico y ha seguido siendo una fuente clave de sustento para muchos agricultores (Jans *et al.*, 2020). Según Meyer (2020), la producción mundial del algodón para el periodo 2020/2021 se pronostica en 118,7 millones de pacas, un 3%, (4,2 millones de pacas menos que el año anterior). El área mundial cosechada para el 2020/2021, se proyecta aproximadamente en 33,5 millones de hectáreas (82,7 millones de acres), casi un 4,5% por debajo del 2019/2020. Las causas de la reducción en producción y área cosechada se deban a la pandemia generada por Covid-19. India, China, Estados Unidos Brasil y Pakistán, como años anteriores siguen siendo los mayores productores de este cultivo, el cual representan más del 75 % de la producción mundial.

En Ecuador se lo cultiva en el litoral ecuatoriano, principalmente en las provincias de Manabí y Guayas, con el 80 y 20% de la superficie cosechada respectivamente, en altitudes hasta 160 m.s.n.m, obteniéndose los mejores rendimientos en ambientes con pluviosidad promedio de 600 mm, 28 °C y 650 horas de luz solar durante su ciclo productivo (Cañarte *et al.*, 2020).

El uso de fertilizantes contribuye a aumentar los rendimientos en los cultivos (Liu *et al.*, 2019). Las plantas necesitan una cantidad adecuada de macro y micronutrientes para su desarrollo y crecimiento óptimo (Khan *et al.*, 2014; Khanzada *et al.*, 2016).

Dentro de los macronutrientes se encuentra el nitrógeno (N), el cual es un elemento clave en la producción del cultivo del algodón y también en otras especies cultivables (Chen *et al.*, 2020); este elemento está involucrado en numerosos procesos que son fundamentales para las plantas como la síntesis de proteínas, la fotosíntesis, la producción de biomasa, así como la actividad enzimática y hormonal (Eryuce *et al.*, 2019).



Chen et al. (2020), manifiestan que se puede obtener un alto rendimiento en los cultivos mediante la aplicación de dosis óptima de fertilizantes.

En el cultivo del algodón, la aplicación insuficiente de fertilizantes nitrogenados reduce el crecimiento vegetativo, limita la producción y el rendimiento de la cápsula y provoca una senescencia foliar prematura (Muharam *et al.*, 2014). Mientras que con la aplicación excesiva de este elemento puede promover un desarrollo vegetativo excesivo y provocan un retraso en la madurez, también en última instancia puede existir una reducción en el rendimiento del cultivo (Alitabar *et al.*, 2012; Luo *et al.*, 2018).

Dentro de los fertilizantes inorgánicos encontramos la urea, como fuente principal de nitrógeno (N) y es uno de los fertilizantes más utilizados en todo el mundo, debido a su alto contenido de N (Khan *et al.*, 2014). En cuanto a la fertilización orgánica, se encuentra el estiércol de bovino, siendo uno de los más utilizados en la agricultura orgánica (Acevedo *et al.*, 2017).

Se han realizado estudios sobre determinación de una dosis adecuada de fertilizantes nitrogenados tanto inorgánico (urea) como orgánico (estiércol de bovino). Hernández et al. (2015), evaluaron el efecto en la producción del cultivo del algodón, variedad Fiber Max 989, bajo diferentes dosis de urea (50, 100 y 150 kg ha<sup>-1</sup>), llegando a determinar que con la dosis de 150 kg ha<sup>-1</sup>, obtuvieron los mejores resultados en rendimiento de fibra y semillas, así como la mayor acumulación de biomasa foliar total. Mientras que López et al. (2002), en el cultivo de algodón transgénico, evaluaron el efecto de diferentes dosis (80, 120, 140, 164 kg ha<sup>-1</sup>), de estiércol de bovino y encontraron que la dosis de 164 kg ha<sup>-1</sup> fue la adecuada para el cultivo del algodón, en la cual obtuvieron los mejores resultados en el rendimiento de fibra.

Hoy en día los estudios están enfocados a resaltar la tasa óptima de aplicación de nitrógeno para el cultivo del algodón, ya que esta condición puede variar debido a los diferentes climas y tipos de suelos de las diferentes zonas productivas de este cultivo (Li *et al.*, 2014; Hernández *et al.*, 2015).

Uno de los principales problemas que surgen en la actualidad, es que los agricultores no concretan una dosis adecuada de fertilizantes para los cultivos, cuando hay exceso de fertilizantes sobre todo de tipo inorgánico aplicado a los cultivos, puede ser perjudicial para las plantas, además traen como consecuencias contaminación ambiental, al suelo, al agua y alto costo de producción para los agricultores. Por eso es importante aplicar

fertilizantes en cantidad adecuada y el momento oportuno, por todo lo anteriormente esta investigación es de vital importancia para el sector algodonero de la provincia de Manabí, la razón por la cual el presente estudio plantea evaluar el efecto de diferentes dosis de estiércol de bovino y urea sobre parámetros fisiológicos del crecimiento y productivos del cultivo del algodón, con el fin de determinar cuál dosis es la más adecuada para el cultivo del algodón variedad Acala-90 en la parroquia Lodana.

¿Es posible que con la aplicación de diferentes dosis de fuentes nitrogenadas a partir de urea y estiércol de bovino haya un efecto positivo o no, sobre parámetros vegetativos de desarrollo y productivo en el cultivo del algodón variedad Acala 90, bajo condiciones edafoclimáticas de la parroquia Lodana?

## 2. OBJETIVOS

### General

Evaluar el efecto de cuatro dosis de fuentes nitrogenadas a base de estiércol de bovino y urea, en el comportamiento fisiológico y productivo del cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum*, L.), variedad DP Acala-90.

### Específicos

- ❖ Determinar el comportamiento del crecimiento en grosor y altura del tallo y el volumen radicular en las plantas de algodón.
- ❖ Caracterizar respuestas del número de hojas, el área foliar, la conductancia estomática y el contenido relativo de clorofilas a la fertilización nitrogenada con abono de estiércol bovino y urea.
- ❖ Analizar el comportamiento del número de bellotas y el peso de semillas y fibras a la fertilización nitrogenada con abono de estiércol bovino y urea.

### 3. MARCO TEÓRICO

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

El algodón (*Gossypium hirsutum*, L.), es uno de los cultivos textiles más importante en todo el mundo, se cultiva alrededor de más de 35 millones de hectáreas (Araujo *et al.*, 2018; En la actualidad el cultivo del algodón, sigue siendo 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 de obra demandada en todo el proceso industrial de la fibra (producción, desmotación, hilatura, tejidos, confección y distribución) (Peláez, 2018).

Aparte de su comercialización para las industrias textil, las semillas de algodón son rica en aceite (18-24%), y proteína (20-40%), el cual se utiliza para la industria aceitera para la elaboración de aceite de cocina, también las semillas por su gran contenido de proteína es fuente de alimento para el ganado (Faghani *et al.*, 2019).

#### 3.2. Cultivo del algodón en Ecuador.

En el Ecuador, el cultivo del algodón tuvo un rol y participación importante en el sector agrícola entre los años de 1970 a 1990, principalmente en las provincias de Guayas y Manabí (Chinga *et al.*, 2020). En 1990, el fenómeno del niño, junto a otros factores como la dolarización interna y el ingreso al mercado nacional de industrias textiles de origen asiático a bajos precios, la escasez de semilla certificada, causaron pérdidas importantes a los agricultores y ocasionaron problemas en la industria textil ecuatoriana. Estos factores deterioraron el sector productivo y el cultivo dejó de ser el rubro prioritario para las familias agricultoras de estas provincias, a ser un rubro secundario e incluso dejar de ser sembrado en algunos cantones (Andrade y Gonzales, 2017; Suárez *et al.*, 2020).

Los productores algodoneros en Ecuador son mayoritariamente agricultores, cuyas parcelas está diversificadas, compartiendo áreas para la producción de algodón con maíz y otros cultivos como maní, frejol, tomate, pimiento, etc. Actualmente, los productores algodoneros del país, no están organizados en una cooperativa o asociación que los represente (Espinosa y Suárez, 2019).

### **3.3. Origen.**

El cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum*, L.), es una especie alotetraploide y es la más extendida en el mundo, a su vez es la principal fuente de fibra natural (Burbano *et al.*, 2017). Tiene una participación en el mercado mundial de 80 a 90%, se conoce como algodón upland y la longitud de sus fibras va de corta a mediana (SNICS, 2020). Esta especie tiene sus orígenes en México y América central (Ulloa *et al.*, 2006; Pérez *et al.*, 2016).

### **3.4. Taxonomía.**

La clasificación del cultivo del algodón es la siguiente:

Reino: Plantae

Tribu: Gossypiae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Género: *Gossypium*

Espécie: *hirsutum*, Linneo, 1763. (Fryxel,1979) citado por (Barbosa, 2010).

### **3.5. Morfología.**

Es un cultivo perenne, crecen aproximadamente de 1 a 1.5 metros de longitud (Arias, 2014). La planta de algodón tiene un hábito de crecimiento heliófilo e indeterminado, es decir su crecimiento vegetativo y reproductivo continua simultáneamente (Rehman y Farooq, 2019).

El cultivo del algodón presenta una raíz principal axinomorfa o pivotante, con raíces secundarias más o menos horizontales, el cual se ramifican consecutivamente hasta llegar a los pelos absorbentes radicales. La profundidad en el suelo puede varias de 50 a 100 cm, bajo condiciones muy favorables, en suelo que tenga buen drenaje puede alcanzar hasta más de 2 metros de profundidad (Gutiérrez, 2014).

El tallo es recto, con ramificación regular, de 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) (Martínez, 2011).

La rama vegetativa se encuentra en una zona cerca de la base de la planta, sobre ella se desarrolla directamente órganos reproductivos, la planta desarrolla dos o tres hojas sobre la base del tallo (Duarte, 2011). Mientras que la rama fructífera se desarrolla a partir del quinto al sexto nudo del eje principal, su crecimiento simpódico les hace adquirir la forma zig-zag, el punto de crecimiento termina en una flor, en cada nudo de la rama fructífera se encuentra dos yemas, una dará origen a una flor y otra a una hoja, las posiciones, tanto de la hoja como de la estructura reproductiva se hacen alternas en la medida que se separan al tallo principal (Gómez, 2013).

Las hojas se originan en el tallo principal (Rehman y Farooq, 2019). 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, la corola está formada por un haz de estambres que rodean el pistilo (Retes *et al.*, 2015). Los pétalos son blanco-amarillento, con o sin máculas de color morado en la base, en el segundo día de floración, los pétalos se tornan rasado-rojizos y después de la polinización son caedizos (Hernández, 2015). El algodón es una planta autógama, aunque algunas flores se abren antes de la fecundación, produciéndose semillas híbridas. La floración del algodón es escalonada, por lo que la recolección es también escalonada (Torrez, 2017).

El fruto del algodón es una cápsula cuya forma puede ser alargada, ovoide o esférica, la capsula tarda 50 días en madurar (López *et al.*, 2020). Contiene entre 6 a 10 semillas, es de color verde durante su desarrollo y oscuro en el proceso de maduración. Las células epidérmicas de las semillas constituyen la fibra llamada algodón. La longitud de la fibra varía entre 20 y 45 cm y el calibre entre 15 y 25 micras con un peso de 4 a 10 gramos (Retes *et al.*, 2015). Después de la maduración del fruto se produce la dehiscencia, abriéndose la cápsula (Torrez, 2017).

### **3.6. Ciclo fenológico.**

El cultivo del algodón tiene un ciclo vegetativo que dura entre 150 hasta 175 días (Peláez, 2018). Esta especie está dividida en 3 fases de desarrollo que son la vegetativa, la cual comprende desde la emergencia y la aparición de la tercera y quinta hoja, la fase

de 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 (Yzarra y López, 2012; López y Gil, 2017).

### **3.7. Condiciones edafoclimáticas.**

Según Adare et al. (2016), el crecimiento y desarrollo del cultivo del algodón está influenciado por varios factores ambientales, como son la temperatura, humedad, hora luz y el requerimiento hídrico.

El cultivo del algodón es típico de zonas cálidas, el desarrollo del cultivo es sensible a la temperatura, las noches frías y las temperaturas diurnas bajas se traducen en un crecimiento vegetativo con pocas ramas que fructifiquen (SENAMHI, 2019).

La germinación del algodón se produce cuando se alcanza una temperatura superior a 14°C, siendo el óptimo 20°C, para la floración se necesita una temperatura promedio de 20 a 30°C, y para la maduración de la capsula entre 27 a 30°C (SAGARPA, 2017).

Los suelos más apropiados para el cultivo del algodón deben ser franco-arcilloso, pero es mejor si son franco-limoso, profundos, con buen drenaje, buena provisión de materia orgánica y sin problemas de sales (INIA, 2020). El pH óptimo del suelo para el cultivo del algodón está entre 6,5 y 7,5 (NAANDANJAIN, 2014).

### **3.8. Requerimientos hídricos y nutricionales.**

El número de riego y volumen de agua en el cultivo del algodón, va depender del estado de desarrollo del cultivo, de la evapotranspiración y de la textura del suelo (Pintado, 2020). Este cultivo es exigente en agua, pues la planta tiene mucha cantidad de hojas previstas de estomas por la que transpiran cuando hay un exceso de calor, el riego debe aplicarse durante todo el desarrollo de la planta (SENAMHI, 2019).

Las necesidades de agua del cultivo del algodón pueden esperarse que varíe entre 700 a 1300 mm (7000-13000 m<sup>3</sup>/Ha), dependiendo del clima y la duración de la estación de crecimiento, al inicio del periodo vegetativo son reducidas, del orden 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 8mm/día en la floración y formación de las cápsulas) (Reyes, 2014).

El cultivo del algodón tiene altos requerimientos nutricionales y los fertilizantes representan entre el 20% y el 30% de los costos de producción. Es necesario asegurar una nutrición adecuada, para obtener altos rendimientos, reducir el costo de producción por tonelada y aumentar la rentabilidad del sistema de producción (Vilela *et al.*, 2017).

Las necesidades de nutrientes dependen de numerosos factores como el clima, tipo de suelo, sistema del cultivo, variedad, etc. Además, para realizar un adecuado plan de fertilización o abonamiento, es indispensable hacer un muestreo de suelo para su análisis físico-químico antes del inicio de la siembra, esto con el fin de determinar la disponibilidad de macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre), y micronutrientes (boro, zinc, cobre, manganeso, entre otros), además del pH y el contenido de sales (MINAGRI-INIA, 2020).

En concordancia a los requerimientos nutricionales de la planta, el 50% de sus necesidades en elementos minerales deben quedar sistifechas antes de los 60 días (Reyes, 2014). Este autor propone dos alternativa de fertilización para el cultivo del algodón, el cual se detallan en el (Cuadro 1 y 2).

**Cuadro 1.** Primera alternativa de fertilización para el cultivo del algodón. Formulado por Reyes (2014).

<b>Cantidad de nutrientes en Kg/ha<sup>-1</sup></b>						
<b>Fertilizante/ producto comercial</b>	<b>Bolsas (50 kg)</b>	<b>Nitrógeno (N)</b>	<b>Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	<b>Potasio (K<sub>2</sub>O)</b>	<b>Azufre (S)</b>	<b>Época de aplicación</b>
<b>Primera fertilización</b>						
<b>Urea</b>	2	46	--	--	--	A la siembra, al entresaque o antes del primer pase.
<b>Sulfato de amonio</b>	1	10.5	--	--	12	
<b>Fosfato diamónico</b>	4	36	92	--	--	
<b>Sulfato de potasio</b>	6	--	--	150	54	
<b>Sub total</b>	--	92.5	92	150	66	
<b>Segunda fertilización</b>						
<b>Nitrato de amonio</b>	5	82.5	--	--	--	Después del primer pase o al inicio de la floración.
<b>Sulfato de amonio</b>	5	52.5	--	--	--	
<b>Sub total</b>	--	135	--	--	60	
<b>Total</b>	--	227.5	92	150	126	



**Cuadro 2.** Segunda alternativa de fertilización para el cultivo del algodón. Formulado por Reyes (2014).

<b>Cantidad de nutrientes en Kg/ha<sup>-1</sup></b>						
<b>Fertilizante/ producto comercial</b>	<b>Bolsas (50 kg)</b>	<b>Nitrógeno (N)</b>	<b>Fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	<b>Potasio (K<sub>2</sub>O)</b>	<b>Azufre (S)</b>	<b>Época de aplicación</b>
<b>Primera fertilización</b>						
<b>Urea</b>	1	23	--	--	--	A la siembra, al entresaque o antes del primer pase.
<b>Sulfato de amonio</b>	1	10.5	--	--	12	
<b>Fosfato diamónico</b>	4	36	92	--	--	
<b>Sulfato de potasio</b>	3	--	--	75	27	
<b>Sub total</b>	--	69.5	92	75	39	
<b>Segunda fertilización</b>						
<b>Urea</b>	1	23	--	--	--	Después del primer pase o al inicio de la floración.
<b>Nitrato de amonio</b>	2	33	--	--	--	
<b>Sulfato de amonio</b>	2	21	--	--	--	
<b>Sulfato de potasio</b>	3	--	--	75	27	
<b>Sub total</b>	--	77.0	--	75	27	
<b>Tercera fertilización</b>						
<b>Nitrato de amonio</b>	4	66	--	--	--	Inicio de floración, segundo pase.
<b>Sulfato de amonio</b>	3	31.5	--	--	36	
<b>Sub total</b>	--	97.5	--	--	36	
<b>Total</b>	--	244	92	150	102	

### **3.9. Fertilización nitrogenada en algodón.**

El nitrógeno (N), se encuentra cuantitativamente como el nutriente más importante para el crecimiento de las plantas y generalmente se considera el primer elemento que se vuelve deficiente en la producción de los cultivos (Yang *et al.*, 2013).

El algodón requiere cantidades relativamente grandes de nitrógeno en comparación con la demanda de otros elementos, para obtener el máximo rendimiento. El nitrógeno es el nutriente más absorbido por las plantas de algodón y, por lo tanto, juega un papel importante en el crecimiento y desarrollo de las plantas, especialmente de los órganos vegetativos, estimula el crecimiento y la floración, regula el ciclo de la planta, aumenta

la productividad y mejora la longitud de la fibra (De Oliveira *et al.*, 2013). También el nitrógeno, tiene un papel clave en la producción de clorofila que es fundamental en el proceso de la fotosíntesis (Shankar *et al.*, 2019).

La carencia de nitrógeno se caracteriza por hojas palidas, de color verde amarillento y de tamaño reducido, la floración se reduce y las capsulas son pequeñas (Bermejo, 2010).

La aplicación inadecuada de fertilizantes nitrogenados al cultivo reduce el rendimiento, generalmente los agricultores para evitar deficiencia de nitrógeno en el cultivo, aplican en exceso de las recomendaciones generales, lo cual disminuye aún más la eficiencia de usos de N, menor recuperación de este elemento conduce a un mayor costo de cultivo, aumento de la incidencia de plagas y degradación ambiental (Ahmed *et al.*, 2020).

El nitrógeno en la planta de algodón es absorbido por la raíz en forma de nitrato, reducido a amonio y transportado hasta las hojas, donde se combina con ácidos orgánicos para formar aminoácidos y proteínas, este proceso de demanda considerable energía y un suministro disponible de ácido orgánico procedentes de la asimilación del carbono (Gordillo, 2010).

Los momentos críticos en cuanto a las necesidades de nitrógeno se distribuyen en la fenología de la planta de algodón en: emergencia, primer botón floral (10%), segundo botón floral, primera cápsula (30%), primera capsula abierta (40%) y capsula abierta-maduración (20%) (Gordillo, 2010). Por lo tanto, el momento y la cantidad correcta de aplicación de nitrógeno en el cultivo del algodón, son esenciales para obtener óptimos rendimientos (Mng'omba *et al.*, 2016).

### **3.10. Ciclo de nitrógeno en el suelo.**

El ciclo del nitrógeno es particularmente complejo y dinámico, ya que en él se dan una serie de cambios y transformaciones, de las cuales un gran número de ellas dependen netamente de procesos microbiales, que a su vez se ven afectados por diferentes factores como la temperatura, humedad, aireación y el pH del suelo (Salazar, 2006).

La mayor parte de nitrógeno en el suelo se encuentra formando parte de la materia orgánica, por lo que no es utilizable para el vegetal, solo alrededor del 2% de N se hace disponible para las plantas al año. El N de la materia orgánica se mineraliza por medio

de dos procesos microbianos, en el primero, las proteínas y los compuestos relacionados se descomponen en aminoácidos mediante la reacción denominada aminización, los organismos del suelo obtienen energía a partir de este proceso y utilizan parte del nitrógeno de los compuestos aminados en su propia estructura celular (Morales *et al.*, 2019).

En el segundo proceso, llamado amonificación, los compuestos aminados se transforman en amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), los dos procesos, aminización y amonificación, se conocen como mineralización. El amoníaco es convertido en nitrato principalmente por dos grupos de bacterias, las del género *Nitrosomonas* convierten el amonio en nitrito, ( $2\text{NH}_4^+ + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{H}^+ + \text{energía}$ ), Luego, *Nitrobacter* convierte el nitrito en nitrato ( $2\text{NO}_2^- + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_3^- + \text{energía}$ ), este proceso de dos etapas, se le llama nitrificación, la tasa de nitrificación en los suelos depende de la temperatura, el contenido de agua y el pH del suelo (Morales *et al.*, 2019).

### **3.11. Extracción de nitrógeno por el cultivo del algodón.**

La extracción y exportación de las cosechas fuera del sistema, supone la salida de elementos químicos que, de alguna manera, tendría que ser nuevamente aportados al ciclo, la extracción de elementos nutritivos por el cultivo del algodón, presenta grandes variaciones dependiendo de la variedad, climatología, capacidad productiva, fertilidad del suelo, etc. El cultivo del algodón absorbe más nitrato del que requiere para satisfacer sus necesidades metabólicas, este exceso se almacena como nitrato en las vacuolas y en forma de proteínas en las hojas, una tonelada de algodón acumula alrededor de 45 kg de nitrógeno (Gordillo, 2010).

### **3.12. Urea.**

La urea es un sólido blanco cristalino soluble en agua y su presentación es granulada o perlada (Boccolini, 2016). Es el fertilizante nitrogenado más utilizado en la agricultura a escala mundial (Witte, 2011; Zaman *et al.*, 2013). Este fertilizante también puede ser abastecido a las plantas a través del follaje debido a su baja fitotoxicidad, alta solubilidad y no polaridad (Trejo *et al.*, 2005).

La urea debido a una alta concentración en estado sólido, aporta gran parte de nitrógeno que interviene en el crecimiento y estructura de la planta, tiene alta pureza y su aplicación es segura y eficiente, este fertilizante presenta un alto contenido de

nitrógeno (46%), se clasifica como un abono simple, de síntesis química, nitrogenado y amoniacal (Espinoza, 2012).

Tiene atributos que resulta de su mayor contenido de nitrógeno, en comparación con otras fuentes nitrogenadas como el nitrato de amonio (35%), nitrato de calcio (26%), sulfato de amonio (21%) y fosfato de diamónico (18%), respectivamente (Zaman *et al.*, 2013).

Cuando la urea es aplicada al suelo es hidrolizada por la enzima ureasa, como consecuencia se forma carbonato de amonio ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> CO<sub>3</sub>) provocando la elevación temporaria del pH del suelo en el sitio de hidrólisis. El (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> CO<sub>3</sub> es muy inestable y se desdobla en amoníaco y anhídrido carbónico, el amoníaco puede ser absorbido por el suelo o volatilizarse (Boccolini, 2016; Peñafiel, 2019).

### **3.13. Estiércol de bovino.**

Una alternativa a la aplicación de fertilizantes inorgánicos, lo constituye el empleo de abonos orgánicos (compost, biol, vermicompost, etc), que presentan parte de nitrógeno en forma orgánica, más o menos estables, que paulatinamente van mineralizándose y pasando a disposición de las plantas (Ramos y Terry, 2014).

Del Pino *et al.* (2007), mencionan que el uso de estiércol como fertilizantes, es una de las practicas más antiguas utilizadas en la agricultura por el hombre.

El estiércol formado por excremento del ganado es uno de los abonos orgánicos más importantes, ya que esta mejora y mantienen la fertilidad del suelo, al tener efectos benéficos (Pantoja, 2014).

La aplicación de compost de estiércol de bovino mejora las propiedades del suelo, como la materia orgánica, la capacidad de almacenamiento de agua y nutriente, también es favorable para el desarrollo de la macrofauna del suelo que juega un papel clave en la mejora de la calidad del suelo (Xu y Mou, 2016).

El estiércol de bovino, es una fuente potencial de materia orgánica y nutrientes para los cultivos (Otobong y Yahya, 2017); en especial para mejorar la producción del cultivo del algodón (Yang *et al.*, 2016). Y además es una alternativa para reducir el uso de fertilizantes químicos, el cual ahora el costo de producción en los cultivos (Figueroa *et al.*, 2010).

La composición de nutrientes en el compost de 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 (Salazar *et al.*, 2007; Pazzini *et al.*, 2018).

El nitrógeno del compost de estiércol de bovino, se encuentra en forma orgánica, y el proceso de mineralización realizado por los microorganismos determina su efectividad como fuente de N disponible. La mineralización de N, es un proceso microbiológico en el que la relación C: N de la enmienda orgánica es un factor importante que afecta la tasa de mineralización del estiércol (Qian y Schoenau, 2002).

La diferencia importante entre el estiércol de bovino (EB) y el fertilizante químico, es que el EB, puede tener un efecto benéfico en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Propiedades físicas como la infiltración, agregación y la densidad aparente se pueden mejorar con la aplicación de EB a largo plazo (Salazar *et al.*, 2010).

La cantidad de estiércol que se aplica a los campos depende de diferentes factores, incluida la composición del estiércol, los nutrientes disponibles en el suelo, el cultivo y las condiciones ambientales (Rayne y Aula. 2020).

El contenido de nitrógeno en el compost del estiércol bovino varía de 1% a 3%, en este caso la concentración de los elementos esenciales (NPK), dependerá mucho del manejo que se le haya dado durante el proceso de compostaje (Trinidad y Velasco, 2016).

Según Macias y Mera (2020), la composición nutricional del estiércol de bovino que se encuentra en el área de abonos orgánicos de la estación experimental la Teodomira, está conformada por 3.9% de nitrógeno, 0.50 de fósforo, 1.50 de potasio, 1.42 de calcio y 0.50 de magnesio.

La dosis óptima a aplicar depende de la composición química del estiércol, de la disponibilidad de nutrientes del suelo, del crecimiento del cultivo y de las condiciones ambientales (Del Pino *et al.*, 2007).

### **3.14. Variedad de algodón DP Acala-90.**

El algodón Acala-90, es una variedad que ha sido valorada por su gran adaptabilidad al ambiente, mayor productividad, buena calidad de fibra (Abdurakhmonov *et al.*,

2012); y sobre todo que presenta menor incidencia de insectos, plaga y mejor relación porcentual del peso fibra, semilla (Cañarte *et al.*, 2020).

Los caracteres vegetativos y reproductivo de la variedad DP Acala-90, se presenta en el (Cuadro 3), reportado por Méndez et al. (1997) citado por (Macías y Mera, 2020).

**Cuadro 3.** Caracteres vegetativos y reproductivos de la variedad DP Acala-90.

<b>Caracteres</b>	<b>Valor</b>
Inicio de floración (días)	51
Altura de planta (cm)	90
Diámetro del tallo (cm)	1
Inicio de floración (días)	22
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 ( $\mu\text{m}$ )	4
Rendimiento en rama (kg/ha)	1.637,71

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1. Ubicación del ensayo y características edafoclimáticas.**

El presente estudio se lo realizó entre el 20 de noviembre del 2019, hasta el 3 de abril del 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, la cual se encuentra localizada geográficamente a  $01^{\circ} 10'14.834$  de latitud sur y  $80^{\circ}23' 27$  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:  $25,39^{\circ}\text{C}$ , evaporación anual: 1.625,40 mm y nubosidad: 6/8 , topografía del suelo: plana, drenaje: natural y textura del suelo: franco limoso (Macías y Mera, 2021).

### **4.2. Material genético.**

En el presente estudio se utilizó la variedad de algodón DP Acala-90.

### **4.3. Obtención del estiércol de bovino.**

Se procedió a recolectar excremento seco de ganado, en algunos corrales ubicados en el cantón Lodana, se recolectó el excremento con ayuda de una pala, luego se lo ubicó en Sacas de Polipropileno de 65 x 104 cm, para posteriormente ser trasladado en una camioneta hasta el campo experimental la Teodomira, donde fue zarandeado y luego aplicado cultivo del algodón.

### **4.4. Diseño de la investigación.**

Fueron evaluados 8 tratamientos, utilizando un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), en tres repeticiones, totalizando 24 unidades experimentales.

Los factores de estudio en los que se distribuyeron los tratamientos se encuentran en el (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Factores de estudio.

Tratamientos	Cantidad aplicado en gramos (g)	
	Parcela	Planta
T1: Estiércol de bovino en 50 kgNha <sup>-1</sup>	6923,08	76,92
T2: Urea en 50 kgNha <sup>-1</sup>	3000,00	33,33
T3: Estiércol de bovino en 100 kgNha <sup>-1</sup>	13846,15	153,85
T4: Urea en 100 kgNha <sup>-1</sup>	391,30	4,35
T5: Estiércol de bovino en 150 kgNha <sup>-1</sup>	20769,23	307,69
T6: Urea en 150 kgNha <sup>-1</sup>	782,61	8,70
T7: Estiércol bovino en 200 kgNha <sup>-1</sup>	27692,31	307,69
T8: Urea en 200 kgNha <sup>-1</sup>	782,61	8,70

#### **4.5. Delineamiento experimental.**

Diseño experimental: diseño de bloques completamente al azar

Número de tratamientos: 8

Número de repeticiones: 3

Unidades experimentales: 24

Parcela experimental: 36 m<sup>2</sup>

Área útil: 10 m<sup>2</sup>

Área útil del experimento: 180 m<sup>2</sup>

Número de planta útiles: 72 plantas

Número total de plantas: 1536 plantas

#### **4.6. Hipótesis.**

¿Sera posible que la aplicación de diferentes dosis de fuentes nitrogenadas a base de estiércol de bovino y urea en el cultivo del algodón variedad Acla-90, se proporcionará un óptimo desarrollo fenológico y calidad productiva del cultivo del algodón?



#### **4.7. Definición de variables.**

Las variables son factores que suelen ser manipulados y medidos, entre ellos tenemos las independientes, que son manipuladas y las dependientes, las que se miden (Ramos, 2021).

A continuación, se menciona las variables del presente estudio.

##### **4.7.1. Variable independiente.**

- ❖ Aplicación de estiércol de bovino y urea.
- ❖ Dosis (50,100, 150 y 200 kg N ha<sup>-1</sup>).

##### **4.7.2. Variable dependiente.**

- ❖ Numero de hojas y área foliar.
- ❖ Altura de la planta.
- ❖ Diámetro del tallo.
- ❖ Contenido de clorofila.
- ❖ Conductancia estomática.
- ❖ Volumen de raíces.
- ❖ Número y peso de bellotas.
- ❖ Peso de semillas.
- ❖ Peso de fibras.

#### **4.8. Manejo del ensayo.**

##### **4.8.1. Preparación del suelo.**

Primero se procedió a limpiar el terreno manualmente, eliminando la antigua cosecha del algodón, posteriormente la preparación del terreno fue mecanizada, mediante un pase de arado de disco longitudinal a una profundidad de 25 cm, y dos pases de rastrado de romplow a una profundidad de 20 cm, el cual permitió que el suelo quede nivelado y desmenuzado en las mejores condiciones la posterior siembra del cultivo del algodón.

#### **4.8.2. Siembra.**

La siembra se realizó manualmente, colocando 2 semillas por hoyos, la profundidad de los hoyos fue de 4 centímetros (cm), con un distanciamiento de siembra de 0.40 centímetros entre planta y 1 metro entre hileras. Luego a los 8 días de haber germinado las semillas, se procedió al raleo de plantas, la cual consistió en dejar una planta por sitio.

#### **4.8.3. Riego.**

Se utilizó un sistema de riego por goteo, el cual se instalaron cintas de Netafim de 16 mm, con sus respectivos goteros a una distancia de 20 cm. Durante todo el ciclo del cultivo, el tiempo diario de regadío fue de 15 minutos.

#### **4.8.4. Fertilización y regulador de crecimiento.**

La fertilización consistió en la aplicación de las dos fuentes nitrogenadas, tanto urea como el estiércol de bovino, en dosis de 50, 100, 150 y 200 kg de N ha<sup>-1</sup>, la aplicación se la realizó a los 30 y 45 días después de la siembra (DDS).

Después de la aplicación de las dos fuentes nitrogenadas, se procedió a aplicar un regulador de crecimiento, Cloruro de mepiquat al 5%, en dosis de 1 L ha<sup>-1</sup>, esta labor se efectuó 50 DDS.

#### **4.8.5. Control de maleza.**

Esta labor se realizó manualmente, después de los 8 días de la siembra se procedió con el primer desmalezado, entre las malezas que se encontraron llegaron a predominar el bleo manso (*Amaranthus dubius*, Mart. ex Thell); paja flaca (*Leptochloa filiformis*, P. Beauv) y coquito (*Cyperus rotundus*, Linneo). La frecuencia del desmalezado se la efectuó cada 8 días durante todo el ciclo del cultivo.

#### **4.8.6. Control fitosanitario.**

A los 8 días después de la siembra (DDS) se llegó a reportar la presencia de arriera (*Atta cephalotes*, Linneo, 1758), para el control se aplicó Cipermetrina en dosis de 30cc de producto en 20 litros de agua, a los 12 después de la siembra se reportó la presencia de mosca blanca (*Bemisia tabaco*, Gennadius, 1889), el control se lo efectuó 4 veces en todo el periodo del cultivo, a los 12, 30, 40 y 52 DDS, aplicando Actara en dosis 30

cc/20 L de agua, a los 60 DDS, se reportó el gusano bellotero (*Heliothis Virescens* Fabricio , 1777), para el control se aplicó Radiant en dosis de dosis 30 cc/20 L de agua.

En cuanto a enfermedades, no se llegaron a reportar la presencia de ningún agente patológico.

#### **4.8.7. Cosecha.**

La cosecha se realizó manualmente, a partir de los 145 DDS, cuando ya los frutos alcanzaron su madurez fisiológica.

### **4.9. Variables evaluadas.**

#### **4.9.1. Numero de hojas.**

Se evaluó 6 plantas por tratamientos a los 35, 45 y 55 DDS, se contabilizó el total de las hojas de cada planta evaluada.

#### **4.9.2. Área foliar.**

Fueron evaluadas 1 planta por tratamiento a los 90 DDS, de las cuales se seleccionaron 3 hojas por plantas, marcándola con saca corazón de manzana, para luego contabilizar el número de disco y promediar el area foliar.

#### **4.9.3. Altura de planta.**

Con un flexómetro desde la base del suelo hasta el ápice de las plantas, se procedió a medir la altura de la planta, así mismo se evaluaron 6 plantas por tratamientos a los 35, 45 y 55 DDS.

#### **4.9.4. Diámetro del tallo.**

Con un calibrado manual (en milímetro), se tomó el grosor del tallo, a 6 plantas por tratamientos a los 35, 45 y 55 DDS.

#### **4.9.5. Contenido de clorofila.**

Se evaluaron 2 plantas por tratamientos a los 35, 45 y 55 DDS, en las cuales se realizaron 4 lecturas por planta y 2 por hojas.

#### **4.9.6. Conductividad estomática.**

Se evaluaron 3 plantas por tratamientos y una lectura por planta ya que el rango de hora para poder medir esta variable era de ocho a diez de la mañana a los 73, 87 y 100 DDS.

#### **4.9.7. Número y peso de bellotas.**

Se seleccionó 2 plantas al azar en cada tratamiento y a los 100 DDS, se contabilizó el total de bellotas de cada planta. De las 2 plantas se recolectó las bellotas, se enfundó y se llevó a estufa durante 5 días en 60 grado.

#### **4.9.8. Peso de 100 de semillas, en g.**

Se cosechó 5 plantas en las dos hileras de en medio, a los 145 DDS, de las cuales se escogieron 100 semillas al azar y posteriormente se la pesó con la ayuda de una balanza analítica digital.

#### **4.9.9. Peso de fibra.**

De las misma 5 plantas que se cosechó para el peso de semillas, fueron a las que se le extrajeron las fibras de la bellota. Así mismo esta labor se realizó a los 145 DDS, con la ayuda de una balanza analítica digital.

#### **4.9.10. Volumen de raíces.**

De las 2 plantas que fueron seleccionadas al azar, para evaluar el número y peso de bellotas a los 90 DDS, se recolectaron las raíces. En una probeta de 1000 ml, se introdujo agua hasta llegar a los 500 ml, para luego introducir la raíz de cada planta recolectada a la probeta.

#### **4.10. Selección de muestra.**

La selección de la muestra recolectadas en el cultivo del algodón, se obtuvo mediante la selección de 6 plantas por tratamientos escogidas al azar, las cuales fueron marcadas para su respectiva toma de datos, tanto en el campo como en laboratorio.

#### **4.11. Recolección de datos.**

La recolección de los datos se realizó en las 6 plantas seleccionadas para lo que fue altura, diámetro del tallo, y número de hojas, para las otras variables solo se tomó en

cuenta 2 plantas, para los análisis y sus respectivas tomas de datos, respetando el orden cronológico de cada variable, todos los datos recolectados fueron ingresado de una manera ordenada al programa de Microsoft Excel, para posteriormente ser analizado mediante un programa estadístico.

#### **4.12. Análisis de datos.**

Para el análisis de los datos que se obtuvieron en cada una de las variables en el cultivo del algodón, se le realizó un análisis de varianza multifactorial, aplicando el método de Tukey, con un nivel de significancia del ( $P < 0.05$ ), se trabajó con el programa estadístico STATGRAPHICS (Statistical Analysis System), versión 19.1.01, año 2020 (Villagarcía, s.f.).

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Numero de hojas y área foliar por plantas.

El número de hojas por planta fue influenciado por la fuente nitrogenada de estiércol de bovino y urea. A los 35 y 45 días después de la siembra (DDS), destacaron por su efecto la dosis 100, 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno de estiércol de bovino y las dosis de 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno de urea. A los 60 DDS hubo efectos significativos de los tratamientos, con el mayor número de hojas en las plantas con las dosis de 100 y 200 kg ha<sup>-1</sup> de N procedentes del aporte de la urea y la de 200 kg ha<sup>-1</sup> de estiércol de bovino (Cuadro 5).

Las dosis nitrogenadas de la fuente de estiércol de bovino y urea, influyeron significativamente sobre el área foliar por plantas. Indujo la mayor área foliar por planta, la dosis de 100 kg ha<sup>-1</sup> de estiércol de bovino, aunque no se diferenció significativamente mucho de las dosis de 50 y 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea. Este resultado no se corresponde con el del comportamiento de la respuesta del número de hojas que resultó mayor en los tratamientos nitrogenados procedente de las dosis de 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea y 200 kg ha<sup>-1</sup> de estiércol de bovino, lo cual puede ser debido a que el área foliar haya estado más relacionada con las dimensiones foliares que con el número total de hojas por planta (Cuadro 5).

En síntesis, las diferentes dosis de aplicación de estiércol de bovino y urea mostraron diferencias significativas en el número de hojas, donde los valores más alto resultaron con la aplicación de 150 kg ha<sup>-1</sup> de urea y 200 kg ha<sup>-1</sup> de ambas fuentes nitrogenadas, pero no se diferenció mucho con las demás dosis. Resultados que corroboran Ceballos y Peñafiel (2020), al estudiar el efecto de la fertilización nitrogenada de urea y estiércol de bovino; y Bravo y Cedeño (2021), sobre el efecto de la pollinaza, torta de piñón y urea como fuente nitrogenada, en dosis de 50, 100, 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup>, sobre el crecimiento vegetativo y productivo del algodón variedad Acala-90, en la estación experimental la Teodomira, de la parroquia Lodana, llegaron a reportar el mayor promedio en el número de hojas con las mayores dosis (150 y 200 kg ha<sup>-1</sup>), en las fuentes nitrogenadas estudiadas.

Tartaglia et al. (2020a), realizaron un estudio, sobre la eficiencia de utilización de nitrógeno a base de urea, en dosis de 0, 50, 100, 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup>), en 4 variedades de algodón (BRS Sapphire, BRS Ruby, BRS Topázio y BRS Verde), reportaron que la

ausencia y cantidades bajas de nitrógeno, mostraron un tamaño pequeño y un menor número de hojas. Así mismo Fritsch et al. (2003) en el cultivo del algodón variedad Acala, determinaron que la fertilización baja o nula reduce el número de hojas del tallo principal y de las ramas, así como el área de las hojas individuales.

Mientras que Das et al. (2006), reportaron efectos significativos en el número de hojas, mediante la aplicación de estiércol de bovino y urea, en cantidades altas.

El índice del área foliar (IAF), tiene una importancia primordial para aumentar el rendimiento de los cultivos. Awais et al. (2013), en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus*, L), estudiaron el efecto de 3 dosis nitrogenadas (90, 120 y 150 kg ha<sup>-1</sup>), observaron a los 60 días después de la siembra, el máximo índice del área foliar con la dosis de 150 kg<sup>-1</sup> de nitrógeno.

Wajid et al. (2017), en el cultivo del algodón, variedad (CIM-496 y NIAB-111), estudiaron la aplicación adecuada de nitrógeno, evaluando diferentes dosis de urea (50, 100, 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup>). Obtuvieron como resultados que a los 140 DDS, la dosis de 200 kg ha<sup>-1</sup>, presentó el mayor IAF, siendo significativo hacia las demás dosis. Algo que no sucedió en nuestro estudio, ya que llegamos a encontrar el mayor IAF, en la dosis de 100 kg<sup>-1</sup> de estiércol de bovino.

**Cuadro 5.** Promedio del número de hojas y área foliar a los 35, 45 y 55 DDS en plantas de algodón con diferentes dosis de estiércol de bovino y urea.

TRATAMIENTOS	35 DDS	45 DDS	55 DDS	AF m <sup>2</sup> /planta
EB en 50 kg de N ha <sup>-1</sup>	9,33 ± 0,97 (ab)	19,22 ± 4,39 (abc)	59,5 ± 5,09 (c)	0,234 ± 0,052 (bc)
Urea en 50 kg de N ha <sup>-1</sup>	9,44 ± 1,50 (ab)	16,55 ± 3,69 (cd)	58,83 ± 5,02 (c)	0,302 ± 0,166 (ab)
EB en 100 kg de N ha <sup>-1</sup>	9,33 ± 1,94 (ab)	21,17 ± 6,89 (ab)	60,06 ± 5,29 (c)	0,395 ± 0,108 (a)
Urea en 100 kg de N ha <sup>-1</sup>	9,0 ± 1,41 8 (c)	17,39 ± 5,64 (bcd)	60,56 ± 4,83 (c)	0,307 ± 0,140 (ab)
EB en 150 kg de N ha <sup>-1</sup>	9,44 ± 1,15 (ab)	14,89 ± 3,77 (d)	61,5 ± 5,21 (bc)	0,154 ± 0,017 (c)
Urea en 150 kg de N ha <sup>-1</sup>	9,10 ± 1,57 (c)	22,17 ± 5,77 (a)	65,11 ± 3,46 (a)	0,269 ± 0,06 (bc)
EB en 200 kg de N ha <sup>-1</sup>	10,33 ± 1,41 (a)	20,5 ± 6,33 (abc)	64,67 ± 3,61 (ab)	0,160 ± 0,037 (c)
EB en 200 kg de N ha <sup>-1</sup>	10,33 ± 1,41 (a)	20,5 ± 6,333 (abc)	64,67 ± 3,61 (ab)	0,226 ± 0,068 (bc)
<b>AF:</b> Área foliar; <b>DDS:</b> Días después de la siembra; <b>EB:</b> Estiércol de bovino. Letras diferentes difieren según prueba de Tukey para p < 0.05 %				

## 5.2. Altura de planta.

Las fuentes nitrogenadas de estiércol de bovino y urea, influyó significativamente la altura de las plantas del cultivo del algodón. A los 35 DDS, destacaron por su efecto significativos las dosis de 100, 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup> estiércol de bovino y urea, encontrándose el valor más alto con la dosis de 200 kg ha<sup>-1</sup> de las dos fuentes de N. Mientras que a los 45 DDS, la dosis de 150 kg ha<sup>-1</sup> de urea, fue la más significativa y a los 55 DDS, destacaron significativamente las dosis de 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea y 200 kg ha<sup>-1</sup> de estiércol de bovino. Lógicamente se llegó a reportar la mayor altura de la planta a los 55 DDS (Cuadro 6).

Resultados que corroboran a estudios previos como el de Aslam et al. (2013), el cual evaluaron el efecto de dosis nitrogenadas (100, 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup>) en 4 variedades de algodón (CIM-506, CIM-496, NIAB-111 y BH-160), llegando a obtener la mayor altura de planta con la dosis de 200 kg ha<sup>-1</sup>.

Wajid et al. (2017), estudiaron la respuesta de diferentes dosis de nitrógeno (50, 100, 150 y 200 kg N ha<sup>-1</sup>), en dos variedades de algodón (CIM-496 y NIAB-111), llegando a obtener la mayor altura de planta con la dosis de 200 kg ha<sup>-1</sup>. Copur (2006), informaron diferencias considerables en la altura de las plantas del cultivo del algodón, al aumentar la dosis.

Así mismo Bonnin et al. (2019), utilizando como fuente nitrogenada la urea, en dosis de 0, 50, 100, 150, 200 y 250 kg ha<sup>-1</sup>, en 2 variedades de algodón IAN-425 y IPTA-212, obtuvieron el mayor promedio de altura durante la aplicación de la dosis de 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea, a los 36, 46 y 56 DDS. Resultado que respalda a nuestro estudio, donde la mayor dosis, tanto de estiércol de bovino como de urea reportó el mayor promedio de altura.

**Cuadro 6.** Valores promedios de altura de planta (cm) a los 35, 45 y 55 DSS en plantas de algodón con diferentes dosis de estiércol de bovino y urea.

TRATAMIENTOS	35 DDS	45 DDS	55 DDS
EB en 50 kg de N ha <sup>-1</sup>	40,44 ± 6,40 (bc)	61,89±8,52 (bc)	86,44±8,29 (c)
Urea en 50 kg de N ha <sup>-1</sup>	40,61 ±6,17 (bc)	56,94±10,14 (c)	93,44±9,75 (bc)
EB en 100 kg de N ha <sup>-1</sup>	44,05± 6,06 (ab)	64,39±11,09 (bc)	93,72±14,59 (bc)
Urea en 100 kg de N ha <sup>-1</sup>	43,22 ± 7,70 (ab)	54,72±10,28 (c)	85,33±14,81 (c)



EB en 150 kg de N ha <sup>-1</sup>	44,05± 6,06 (ab)	64,39±11,09 (bc)	93,72±14,59 (bc)
Urea en 150 kg de N ha <sup>-1</sup>	45,27± 10,02 (ab)	70,72±7,74 (a)	100,06±22,37 (ab)
EB en 200 kg de N ha <sup>-1</sup>	48,11± 7,72 (a)	63,78±14,51 (bc)	105,83±12,51 (a)
EB en 200 kg de N ha <sup>-1</sup>	48,11±7,72 (a)	63,78±14,51 (bc)	105,83±12,51(a)
<b>DDS:</b> Días después de la siembra; <b>EB:</b> Estiércol de bovino. Letras diferentes difieren según prueba de Tukey para p<0.05 %			

### 5.3. Diámetro del tallo.

En la evaluación del diámetro el tallo (DT), a los 35 DDS, no se encontraron diferencias significativamente ( $p < 0.05$  %), entre cada una de las dosis, de estiércol de bovino y urea, en cambio a los 45 y 55 DDS, si se llegaron a encontrar diferencias significativas, siendo la dosis de 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea y 200 kg ha<sup>-1</sup> de estiércol de bovino, los que obtuvieron el mayor promedio del diámetro del tallo (Cuadro 7). Resultado que concuerda con el de Macias y Mera (2020), al estudiar el efecto de dos fuentes de nitrógeno, como el estiércol de bovino y urea, en dosis de 50, 100, 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup>, acompañada de microorganismos eficientes, reportaron efectos significativos en el diámetro del tallo del algodón Acala-90, donde el mayor promedio de diámetro del tallo lo obtuvieron con la urea, en la dosis de 200 kg ha<sup>-1</sup>, a los 77 DDS.

Bravo y Cedeño (2021), también reportaron diferencias significativas entre las diferentes dosis nitrógeno (pollinaza, torta de piñón y urea), el cual el mayor diámetro del tallo, lo obtuvieron con la dosis más alta, en este caso 200 kg ha<sup>-1</sup>.

Lima et al. (2014), en el cultivo de la berenjena (*Solanum melongena*, Linneo), estudiaron el efecto de la fertilización de nitrógeno y fósforo, en dosis de 50, 100, 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup>, llegaron a observar una disminución significativa en el diámetro del tallo de la berenjena cuando se aplicaron dosis bajas de nitrógeno.

**Cuadro 7.** Promedio del diámetro (mm) a los 35, 45 y 55 DDS, en plantas de algodón con diferentes dosis de estiércol de bovino y urea.

TRATAMIENTOS	35 DDS	45 DDS	55 DDS
EB en 50 kg de N ha <sup>-1</sup>	4,67±0,48 (a)	9,72±1,07 (c)	13,89±0,96 (bc)
Urea en 50 kg de N ha <sup>-1</sup>	4,5 ±0,51 (a)	9,55 ±0,92 (c)	13,89± 0,96 (bc)
EB en 100 kg de N ha <sup>-1</sup>	4,44±0,51 (a)	9,5±0,92 (c)	13,72±1,56 (c)
Urea en 100 kg de N ha <sup>-1</sup>	4,61±0,69 (a)	10,0±0,77 (bc)	14,44±1,24 (bc)

EB en 150 kg de N ha <sup>-1</sup>	4,72± 0,46 (a)	9,72±1,07 (c)	13,94±1,10 (bc)
Urea en 150 kg de N ha <sup>-1</sup>	4,72± 0,89 (a)	10,55±1,19 (ab)	14,83±1,88 (ab)
EB en 200 kg de N ha <sup>-1</sup>	4,83±0,61 (a)	10,94±1,26 (a)	15,5±1,24 (a)
EB en 200 kg de N ha <sup>-1</sup>	4,83±0,61 (a)	10,94±1,26 (a)	15,5±1,24 (a)
<b>DDS:</b> Días después de la siembra; <b>EB:</b> Estiércol de bovino. Letras diferentes difieren según prueba de Tukey para p<0.05 %			

#### 5.4. Contenido relativo de clorofila.

En el (Cuadro 8), se puede observar, que el contenido de clorofila fue influenciado significativamente ( $p < 0.05$  %) por la fuente nitrogenada de estiércol de bovino y urea. A los 35 y 55 DDS, destacaron significativamente la dosis de 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup> de estiércol de bovino y urea, mientras que a los 45 DDS, se obtuvo el mayor contenido de clorofila en la dosis de 150 kg ha<sup>-1</sup> de estiércol de bovino.

Zhao y Oosterhuis (2000), investigaron el efecto del déficit de nitrógeno sobre el contenido de carbohidratos de los tejidos vegetales en el cultivo del algodón y concluyeron que se reduce la tasa fotosintética y en el contenido de clorofila, por efecto del nitrógeno después del crecimiento vegetativo. También, Hay y Porter (2006), citado por Muharam et al. (2014), demostraron que el déficit de nitrógeno disminuye la producción de clorofila, lo cual limita la capacidad fotosintética de la planta.

Chen et al. (2019), al estudiar el efecto de la fertilización con nitrógeno (urea), en dosis de 0, 120 y 240 kg ha<sup>-1</sup>, determinaron que el contenido de clorofila aumentó con la aplicación de nitrógeno, alcanzando el mayor promedio de clorofila con la mayor cantidad de nitrógeno (urea). Así mismo Dong et al. (2012), en diferentes dosis de urea (120, 225 y 300 kg ha<sup>-1</sup>), reportaron aumento en el contenido de clorofila con la aplicación de cantidades altas de este fertilizante nitrogenado.

**Cuadro 8.** Valores promedio para el contenido relativo de clorofilas en unidades Spad en plantas de algodón con dosis diferentes dosis de estiércol de bovino y urea.

TRATAMIENTOS	35 DDS	45 DDS	55 DDS
EB en 50 kg de N ha <sup>-1</sup>	40,98±2,16 (bc)	40,41±2,36 (c)	42,29±1,54 (d)
Urea en 50 kg de N ha <sup>-1</sup>	40,94±2,62 (bc)	37,98±2,20 (d)	45,3±4,31 (c)
EB en 100 kg de N ha <sup>-1</sup>	42,69±3,25 (b)	43,37±4,19 (abc)	47,61±3,99 (b)
Urea en 100 kg de N ha <sup>-1</sup>	40,22±3,25 (c)	41,49±2,09 (bc)	46,29±4,14 (bc)
EB en 150 kg de N ha <sup>-1</sup>	44,48±2,45 (a)	45,27±5,11 (a)	47,89±3,10 (b)

Urea en 150 kg de N ha <sup>-1</sup>	46,22±3,11 (a)	43,9±4,72 (ab)	51,31±2,89 (a)
EB en 200 kg de N ha <sup>-1</sup>	45,17±4,23 (a)	43,58±2,87 (abc)	50,80±2,63 (a)
EB en 200 kg de N ha <sup>-1</sup>	46,22±2,53 (a)	42,07±2,19 (bc)	46,22±2,53 (a)
<b>DDS:</b> Días después de la siembra; <b>EB:</b> Estiércol de bovino. Letras diferentes difieren según prueba de Tukey para p<0.05 %			

Analizando los resultados obtenidos, en cada uno de los parámetros de crecimientos (número de hojas, área foliar, altura de planta, diámetro del tallo y contenido de clorofila), del cultivo del algodón Acala-90, se determinó que las diferentes dosis tanto de estiércol de bovino como de urea, influyeron en cada uno de los parámetros ya mencionados. El cual se reportaron los valores promedios más altos con las mayores dosis, excepto en el área foliar. Muharam et al. (2014), indican que las diferentes tasas de aplicación del nitrógeno pueden inducir diferencias en los parámetros fisiológicos del área foliar, la concentración de clorofila y la biomasa del cultivo del algodón.

En síntesis, estos resultados obtenidos, se le atribuye, por una mayor aportación de nitrógeno (estiércol de bovino y urea), hacia las plantas de algodón, mediante cantidades elevadas de este elemento nutritivo, el cual se ve reflejado en plantas de gran tamaño, frondosas, vigorosas, con alto contenido de clorofila. Ya que como se menciona en el capítulo de marco teórico, el nitrógeno es fundamental en el proceso de la fotosíntesis, lo cual estimula el desarrollo y crecimiento de los cultivos.

### 5.5. Conductancia estomática.

En el (Cuadro 9), se registran los valores promedios para la conductancia estomática en  $\mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$ , se evidencia que a los 73, 87 y 100 DDS, se encontraron diferencias significativas entre cada una de las dosis de estiércol de bovino y urea.

Los valores promedios más significantes en la conductancia estomática se obtuvieron a los 73 DDS con (100 kg de estiércol de bovino), 87 DDS (50 kg de urea y 100 kg de estiércol de bovino), 100 DDS (200 kg de estiércol de bovino y urea).

Khan et al. (2017), mencionan que la aplicación de nitrógeno al cultivo del algodón, especialmente en un déficit de agua, es esencial para recuperar el crecimiento y el desarrollo de las plantas, causada por el estrés de sequía. Así mismo Squeo y Cardemil (2007), hacen énfasis a que la máxima apertura estomática está correlacionada con la capacidad fotosintética de las hojas y está determinada por el suministro de nitrógeno,

ya que la deficiencia de este nutriente en las plantas como algodón y girasol disminuye la conductancia estomática.

Pereira et al. (2020), al evaluar el efecto de diferentes dosis de estiércol bovino (EB) (60, 120, 180 y 240 g), en el cultivo de col (*Brassica oleracea*), determinaron que las dosis altas de EB, promovió una mayor concentración en la conductancia estomática, llegando a mencionar que el EB tiene un alto contenido de materia orgánica, lo que permite una mayor retención de agua, por el cual las plantas absorben más agua.

Así mismo Gondim et al. (2015), en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*), observaron una mayor conductancia estomática con la aplicación de altas dosis de estiércol de bovino.

Qadeer et al. (2019), estudiaron el efecto de la adición de nitrógeno en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum*), en condiciones de secano, donde aplicaron tres dosis de urea (50, 100 y 150 kg ha<sup>-1</sup>). Obtuvieron como resultado una mayor conductancia estomática con la mayor dosis.

Cabe recalcar que un no existe reportes o estudios sobre el efecto de nitrógeno en la conductancia estomática en el cultivo del algodón.

**Cuadro 9.** Promedio de la conductancia estomática ( $\mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$ ) a los 73, 87 y 100 DDS, en plantas de algodón con diferentes dosis de estiércol de bovino y de urea.

TRATAMIENTOS	73 DDS	87 DDS	100 DDS
EB en 50 kg de N ha <sup>-1</sup>	720,5±81,3 (ab)	449,03±102,88 (ab)	457,33±55,24 (cd)
Urea en 50 kg de N ha <sup>-1</sup>	316,8±43,15 (c)	492,37±80,38 (a)	366,03±155,24 (c)
EB en 100 kg de N ha <sup>-1</sup>	658,4±198,75 (b)	498,0±58,13 (a)	733,13±75,57 (ab)
Urea en 100 kg de N ha <sup>-1</sup>	351,1±71,69 (c)	349,73±46,72 (bc)	706,23±88,22 (ab)
EB en 150 kg de N ha <sup>-1</sup>	824,0±13,33 (a)	272,8±67,06 (bc)	309,6±78,7 (c)
Urea en 150 kg de N ha <sup>-1</sup>	762,0±11,09 (ab)	396,67±25,17 (ab)	577,63±106,25 (bc)
EB en 200 kg de N ha <sup>-1</sup>	277,7±75,64 (c)	171,97±25,37 (c)	786,57±3,28 (a)
Urea en 200 kg de N ha <sup>-1</sup>	436,6±60,27 (c)	391,03±57,61 (ab)	786,57±50,36 (a)
<b>DDS:</b> Días después de la siembra; <b>EB:</b> Estiércol de bovino. Letras diferentes difieren según prueba de Tukey para p<0.05 %			

## 5.6. Volumen de raíces.

En el presente estudios fueron encontradas diferencias significativamente ( $p < 0.05$  %), en el volumen de las raíces. Las dosis de  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  del aporte de estiércol de bovino y urea fueron los que registraron el mayor promedio de volumen de raíces (Cuadro 10).

Las raíces juegan un papel importante en la absorción de nutrientes y agua, la producción de hormonas vegetales y la síntesis de ácidos orgánicos y aminoácidos (Hulugalle *et al.*, 2015).

Ali (2015), reportaron un aumento de la longitud y área de la superficie de las raíces del cultivo del algodón, al aumentar el suministro de nitrógeno.

Chen *et al.* (2018), estudiaron el efecto de cuatro dosis de fertilizantes (0, 120, 240 y  $480 \text{ kg ha}^{-1}$ ), en la variedad de algodón variedad de algodón Bt Jimian, 958, reportaron un aumento en el crecimiento de las raíces con aplicación de  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  de N.

Ceballos y Peñafiel (2020), reportaron el mayor promedio de volumen de raíces, al aplicar dosis de  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de urea.

**Cuadro 10.** Promedio del Volumen de raíces a los 90 DDS, en plantas de algodón con diferentes dosis de estiércol de bovino y urea.

TRATAMIENTOS	Volumen de raíz	Desviación estándar.
EB en $50 \text{ kg de N ha}^{-1}$	26,66 (bcd)	5,16
Urea en $50 \text{ kg de N ha}^{-1}$	21,66 (e)	4,08
EB en $100 \text{ kg de N ha}^{-1}$	26,66 (bcd)	8,16
Urea en $100 \text{ kg de N ha}^{-1}$	35,0 (ab)	10,48
EB en $150 \text{ kg de N ha}^{-1}$	25,0 (de)	5,47
Urea en $150 \text{ kg de N ha}^{-1}$	31,66 (abc)	9,83
EB en $200 \text{ kg de N ha}^{-1}$	36,66 (a)	5,16
Urea en $200 \text{ kg de N ha}^{-1}$	35,0 (ab)	5,47
<b>EB:</b> Estiércol de bovino. Letras diferentes difieren según prueba de Tukey para $p < 0.05$ %		

### 5.7. Número y peso de bellotas, peso de semillas y fibra.

Estas variables de estudios de producción, son de vital importancia, ya que indican la cantidad y calidad de producto cosechado. Los tratamientos a base orgánica de estiércol de bovino expresaron efectos significativos  $p < 0.05$  % sobre el número y peso de bellotas, peso de las semillas y de las fibras, tal como se observa en el (Cuadro 11). Es de observar que para todos estos caracteres del rendimiento se destacaron por sus efectos las dosis de 100 kg de N de ambas fuentes nitrogenadas.

En el peso de las bellotas por planta, las dosis de 100 de urea, expreso diferencias significativas con relación a las restantes dosis de N. Sobre la variable de peso de 100 semillas, cinco de las ocho dosis, las correspondientes a 100 y 150 kg de ambas fuentes de aportación de nitrógeno y la de 200 kg de urea, tuvieron efectos significativos  $p < 0.05$  %. Para el peso promedio de fibras por planta destacaron con influencia significativa las dosis de 100 kg de ambas fuentes nitrogenadas (Cuadro 11).

El efecto positivo del empleo de fuentes nitrogenada, evidencia que la dosis de 100 kg de estiércol de bovino y urea les corresponde una influencia significativa en los importantes caracteres del rendimiento en el cultivo del algodón de la variedad Acala-90.

Los resultados obtenidos, concuerdan con Mondino y Peterlin (2001), que reportaron buenos resultados en el número y peso de bellotas con la aplicación de 100 kg de urea. Así mismo López et al. (2002), estudiaron el efecto de diferentes dosis (80, 120, 140 y 164 kg), de abono orgánico a base de estiércol de bovino y gallinaza, en el cultivo del algodón transgénico NuCOTN 35B, y demostraron que el peso de bellotas y de capullos, número de capsulas y rendimiento con la aplicación 120 kg con fuente de nitrógeno de estiércol de bovino.

Palomo et al. (2004), evaluaron diferentes dosis de nitrógeno (0, 40, 80, 120, 160 y 200 kg ha<sup>-1</sup>), en la variedad de algodón, laguna 89, concluyeron que la máxima respuesta a la fertilización nitrogenada se obtuvo con la aplicación de 80 kg, siendo esta dosis con la que obtuvieron los mejores resultados en el número de bellotas por plantas, peso de semillas, porcentaje de fibras y rendimiento. Por su parte Maples y Frizzell (1985), citado por Palomo *et al.* (2004), señalaron que 60 a 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno son suficientes para obtener buenos rendimientos de algodón; mientras que Shah et al.

(2019), sugieren una aplicación de nitrógeno con una dosis de  $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ , siendo adecuada para la producción sostenible de algodón.

Saleem et al. (2010), estudiaron el efecto de diferentes dosis de nitrógeno (60, 120,  $180 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ ), en el rendimiento de semillas y la calidad de fibra en tres variedades distintas de algodón (NIAB-111, CIM-496 y FH-901), determinaron que la aplicación en la dosis de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrógeno demostró ser la mejor para obtener un alto número y peso de bellotas, resistencia de fibra y buen rendimiento de fibra del cultivo del algodón. También llegaron a mencionar que una aplicación excesiva de N puede reducir el rendimiento y la calidad de la fibra del algodón.

Ayissa y Kebede (2011), presentaron resultados favorables con la aplicación de  $92 \text{ kg ha}^{-1}$  de urea, obteniendo los mejores resultados en el número y peso de bellota y rendimiento en el cultivo del algodón, variedad Delta. Así mismo Chaves y Camacho (2012), encontraron la máxima eficiencia de fertilizantes nitrogenados con la aplicación de la dosis de  $96 \text{ kg}$  de urea, obteniendo buenos resultados en el peso de semillas y fibra, en el cultivo del algodón, variedad Nuopal. Así mismo Cáceres (2012), reportaron efectos significativos en el número y peso de bellotas con la aplicación de  $90 \text{ kg}$  de urea, en la variedad Guazuncho. También Coelho et al. (2017), evaluaron diferentes dosis ( $0, 50, 100$  y  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ ), de fuente nitrogenada de urea y encontraron el mayor promedio de número de bellota con la dosis de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de N.

Tartaglia et al. (2020b), indican que una dosis óptima para el cultivo del algodón, reduce los costos de producción, además al tiempo de evitar la contaminación ambiente por exceso de nitrógeno. Así mismo Rodríguez et al. (2020), mencionan que las plantas cultivadas con cantidades inadecuadas de nitrógeno, normalmente no expresan su potencial productivo.

Estas fuentes bibliográficas, avalan y respalda nuestros resultados obtenidos. A pesar que se encontraron valores de promedios más altos en los parámetros fisiológicos de crecimiento, por la aplicación de las mayores dosis ( $150$  y  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ ) de estiércol de bovino y urea, no significó que las menores dosis hayan sido las menos destacadas, ya los valores obtenidos no están tan alejados a los más significantes, además reflejó un efecto importante en los parámetros de producción, llegando a encontrarse el promedio más altos en el número y peso de bellota, peso de semillas y fibras, con la aplicación de  $100 \text{ kg}^{-1}$  en las dos fuentes nitrogenadas. Lo cual son resultados muy importantes en la

hora de establecer un plan de fertilización nitrogenada, aplicando las dosis adecuadas en el cultivo del algodón.

Según Teach et al. (2020), las aplicaciones de altas dosis de fertilizante nitrogenado no producen altos rendimientos, ya que la mayoría de ellos están destinados a la producción de biomasa, produciendo un exceso de crecimiento vegetativo.

Es importante de resaltar, es que la mayor cantidad de rendimiento en fibra se puede atribuir a un alto número considerable de bellota así también como el peso del mismo, el cual este se puede verse reflejado en una buena calidad del producto cosechado.

Teach et al. (2020), mencionan que las dosis apropiadas, estimulan el crecimiento y la floración, regulan el ciclo de la planta, aumentan la productividad y mejoran la longitud y resistencia de la fibra, sin embargo, en dosis altas y aplicadas tarde, hay un aumento en el crecimiento vegetativo de la planta sobre la producción y la formación tardía de estructura reproductivas de algodón.

Algo en destacar en el presente estudio es que el estiércol de bovino, evidencia una influencia significativa en los importantes caracteres del rendimiento en el algodón, el cual expresa una alternativa factible en la sustitución parcial y total de fertilizantes de fuentes inorgánicas, para el cultivo del algodón, variedad Acala-90, en las condiciones edafoclimáticas de la parroquia Lodana del cantón Santa Ana.

**Cuadro 11.** Promedio del número y peso de bellotas por planta, el peso de 100 semillas y peso de fibras, en el cultivo de algodón con dosis de fertilización nitrogenada.

TRATAMIENTOS	NBP	Peso de bellota en gramos	Peso de semillas en gramos	Peso de fibra en gramos
EB en 50 kg de N ha <sup>-1</sup>	26,33±5,46 (a)	71,33±21,86 (ab)	7,67 ± 0,57 (bc)	105,57±25,09 (bc)
Urea en 50 kg de N ha <sup>-1</sup>	26,0±6,63 (a)	62,17±23,48 (abc)	7,67 ±1,15 (bc)	122,53±35,29 (b)
EB en 100 kg de N ha <sup>-1</sup>	28,17±8,42 (a)	73,17±27,10 (ab)	8,0 ±1,0 (ab)	179,0±22,99 (a)
Urea en 100 kg de N ha <sup>-1</sup>	27,0±4,60 (a)	80,33±17,41 (a)	9,33 ±0,57 (ab)	167,33±27,11 (a)
EB en 150 kg de N ha <sup>-1</sup>	16,0±6,16 (c)	40,33±15,14 (c)	9,67 ±0,57 (ab)	132,47±21,02 (b)
Urea en 150 kg de N ha <sup>-1</sup>	24,83±6,99 (ab)	69,67±19,03 (ab)	9,33 ±0,57 (ab)	118,8±24,47 (bc)
EB en 200 kg de N ha <sup>-1</sup>	14,33±6,12 (c)	38,5±16,24 (c)	8,0±1,0 (ab)	111,93±19,65 (bc)
Urea en 200 kg de N ha <sup>-1</sup>	17,33±7,34 (bc)	50,17±20,78 (bc)	8,67±1,15 (ab)	129,47±24,6 (b)

**EB:** Estiércol de bovino; **NBP:** número de bellotas por plantas.

Letras diferentes difieren según prueba de Tukey para p<0.05 %



## 6. CONCLUSIONES

El crecimiento de las plantas de algodón variedad Acala-90 en altura, diámetro basal del tallo y el volumen radicular resulta significativo por efecto de la fertilización nitrogenada, destacándose las dosis de 150 kg de N ha<sup>-1</sup> en la fuente de urea y 200 kg de N ha<sup>-1</sup> de estiércol bovino.

El número de hojas, el área foliar, la conductancia estomática y el contenido relativo de clorofilas en las plantas de algodón variedad Acala-90, incrementa con significación por la fertilización nitrogenada y el mayor efecto lo se la obtuvo con la dosis de 200 kg de N ha<sup>-1</sup> de la fuente de urea y estiércol bovino.

La fertilización nitrogenada con urea y abono de estiércol bovino inducen incrementos significativos en el número de bellotas y el peso de las bellotas, de 100 semillas y la fibra y sobresale el efecto más pronunciado con las dosis de 100 kg de N ha<sup>-1</sup> de la fuente de urea y estiércol bovino.

## **7. RECOMENDACIONES**

Aplicar estiércol de bovino y urea en un rango de dosis de 100 a 150 kg ha<sup>-1</sup>.

Seguir realizando estos tipos de estudios, sobre todo que involucren la aplicación de enmiendas orgánicas en el cultivo de algodón.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Abdurakhmonov, Y (2007). *Exploiting genetic diversity*. In: *Plenary presentations and papers*; Ethridge D (ed), p: 2153. Proc. Of World Cotton Res. Conf., 4th, Lubbock, TX (EE. UU.).

[https://www.researchgate.net/publication/232716810\\_Exploiting\\_Genetic\\_Diversity](https://www.researchgate.net/publication/232716810_Exploiting_Genetic_Diversity)

Acevedo, A; Rodríguez, J; Figueroa, U; Romo, J. (2017). Política ambiental: uso y manejo del estiércol en la Comarca Lagunera. *Acta Universitaria*. 27 (4). 3-12.

<https://www.redalyc.org/pdf/416/41652788001.pdf>

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>

Ahmed, N; Ali, M; Danish, S; Khalid, U; Hussain, S; Hassan, W; Ahmad, F; Ali, N. (2020). Cotton Production and Uses. Chapter 6. Role of Macronutrients in Cotton Production. Springer Nature Singapore Pte Ltd. Editors: Shakeel Ahmad; Mirza Hasanuzzaman. Pp: 81-114. Consultado el 22 de julio del 2021. URL:

[https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-981-15-1472-2_6)

Ali, N. (2015). Review: Nitrogen Utilization Features in Cotton Crop. *American Journal of Plant Sciences*. 6, 987-1002. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2015.67105>

Alitabar, R; Salimbeck, R; Alishah, O; Ali, S. (2012). Interactive Effects of Nitrogen and Row Spacing on Growth and Yield of Cotton Varieties. *International Journal of Biolog.* ISSN Online: 1916-968X. 4 (3). 124- 129.

<http://dx.doi.org/10.5539/ijb.v4n3p124>

Andrade, J; Gonzales, M. (2017). “Análisis de la capacidad de producción de algodón en el sector Pedro Carbo y su factibilidad de exportación.” [Tesis de pregrado. Universidad de Guayaquil. Ecuador].

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17205/1/TESIS%20PRODUCCION%20DE%20ALGODON%20PEDRO%20CARBO.pdf>

Araújo, U; Vasconcelos, J; Correia, F; Sousa, W; Cavalcanti, R. (2018). Diallel analysis in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) for water stress tolerance. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 18 (1). 24-30. <https://doi.org/10.1590/1984-70332018v18n1a4>

- Arévalo, N; Zegarra, R. (2017). Efecto del *Azotobater sp.* y el *Azospirillum sp.* en el rendimiento de algodón de color (*Gossypium barbadense*) en el fundo los pichones, Tacna 2015. *Ciencia y Desarrollo*, 16 (2). 11-19.  
<https://doi.org/10.33326/26176033.2017.21.725>
- Arias, C. (2014). “*Rendimiento del algodón bajo estrés hídrico en el suelo*” [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma, Agraria Antonio Narro. México].  
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/109>
- Aslam, M; Hussain, A; Khalid, L; Javed, S. (2013). Effect of different doses of nitrogen on the yield of different cotton varieties. *Asian J Agri Biol*. 1 (4). 179-182.  
<https://www.asianjab.com/wp-content/uploads/2015/05/3-1-4-MS-No.-22.pdf>
- Awais, M; Wajid, A; Ahmad, A; Bakhsh, A. (2013). Narrow plant spacing and nitrogen application enhances sunflower (*Helianthus annuus* L.) productivity. *Pak. J. Agri. Sci.* ISSN Online: 2076-0906. 50 (4). 689-697. <http://www.pakjas.com.pk>
- Ayissa, T; Kebedeb, F. (2011). Effect of Nitrogenous Fertilizer on the Growth and Yield of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Varieties in Middle Awash, Ethiopia. *Journal of the Drylands*. 4 (1). 248-258.  
[https://www.researchgate.net/publication/332190162\\_Effect\\_of\\_Nitrogenous\\_Fertilizer\\_onthe\\_Growth\\_and\\_Yield\\_of\\_Cotton\\_Gossypium\\_hirsutum\\_L\\_Varieties\\_in\\_Middle\\_Awash](https://www.researchgate.net/publication/332190162_Effect_of_Nitrogenous_Fertilizer_onthe_Growth_and_Yield_of_Cotton_Gossypium_hirsutum_L_Varieties_in_Middle_Awash)
- Barbosa, L. (2010). O algodoeiro: alguns aspectos importantes da cultura. *Revista Verde* (Mossoró – RN – Brasil). ISSN Online: 1981-8203. 5 (4). 19-26.  
<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/388>
- Bermejo, J. (2010). *Guía Práctica de la fertilización racional de los cultivos en España Abonado de los principales cultivos en España. Capítulo 2. Abonado del algodón*. Pp: 123-159. Consultado el 17 de mayo del 2021. URL:  
<https://www.lgseeds.es/media/guia-practica-fertilizacion-cultivos-ii.pdf>
- Boccolini, M. (2016). “*Impacto de la aplicación prolongada de urea sobre la comunidad de bacterias oxidantes del amoníaco en un suelo argiudol típico de Argentina*” [Tesis de postgrado. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina].  
<https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/4828>

- Bonilla, O; Hernández, E; Verastegui, J; Maltos, J; Bautista, E; Hernández, A; Requejo, I. (2020). Productividad y calidad de fibra de variedades convencionales de algodón en la Comarca Lagunera, México. *Revi. Fitotec. Mex.* 43 (1). 3-9.  
<https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.3>
- Bonnin, J; Ibars, R; Vera, P; Avalos, D. (2019). Capacidad de un sensor óptico terrestre como herramienta para detectar deficiencia de nitrógeno en el cultivo de algodón. *Investig. Agrar.* ISSNOnline:2305-0683. 21 (1). 11-22.  
<https://dia1net.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7335275>
- Bravo, H; Cedeño, J. (2021). “*Efecto de pollinaza y torta de piñón como fuentes nitrogenadas en cuatro dosis sobre el desarrollo productivo de algodón (Gossypium hirsutum L.)*” [Tesis de pregrado. Universidad Técnico de Manabí].  
Documento facilitado por los autores.
- 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 17 de julio del 2019. URL:  
<https://inta.gob.ar/documentos/respuesta-a-la-fertilizacion-organica-e-inorganica-del-algodon-en-el-suroeste-de-chaco>
- Campuzano, L; Baron, M. (2020). Desempeño productivo de algodón en surco ultra-estrechos en suelos ácidos en Colombia. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.* 11 (1). 203-211. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i1.2062>
- 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>
- Ceballos, G; Peñafiel, B. (2020). “Efecto de la fertilización nitrogenada orgánica e inorgánica y de la aplicación de microorganismos eficientes sobre el crecimiento vegetativo del algodón (*Gossypium hirsutum L.*)” [Tesis de pregrado. Universidad Técnico de Manabí]. Documento facilitado por los autores.
- Chavez, M; Camacho, M. (2012). Economic study of nitrogen dosage for cotton crops. *Interciencia.* ISSN Online: 0378-1844. 37 (5). 400-403.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33922756012>

- Chen, J; Liu, L; Wang, Z; Sun, H; Zhang, Y; Bia, Z; Song, S; Lu, Z; Li, C. (2019). Nitrogen Fertilization Effects on Physiology of the Cotton Boll–Leaf System. *Agronomy*. 9 (6). 2-15. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060271>
- Chen, J; Liu, L; Wang, Z; Sun, H; Zhang, Y; Lu, Z; Li, C. (2018). Determining the effects of nitrogen rate on cotton root growth and distribution with soil cores and minirhizotrons. *PLoS ONE*. 13 (5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197284>
- Chen, J; Liu, L; Wang, Z; Zhang, Y; Sun, H; Song, S; Bai, Z; Li, Z; Li, C. (2020). Nitrogen Fertilization Increases Root Growth and Coordinates the Root–Shoot Relationship in Cotton. *Front. Plant Sci*. 11. 1-13. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7324761/>
- 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>
- Coelho, A; De Barcellos, A; Sofiatti, V; Santana, M; Gomez, M. (2017). Produtividade do algodoeiro adensado em segunda safra em resposta à adubação nitrogenada e potássica. *Rev. Ceres, Viçosa*. 64 (6). 622-630. <https://www.scielo.br/j/rceres/a/sF55FcdCzvmL886wHgFZpcG/?lang=pt>
- Copur, O. (2006). Determination of yield and yield components of some cotton cultivars in semi-arid conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 9 (14). 2572-2578. <https://scialert.net/abstract/?doi=pjbs.2006.2572.2578>
- Das, N; Gautam, R; Shivay, Y. (2006). Productivity of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as influenced by organic and inorganic sources of nitrogen. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 76 (6). 354-357. [https://www.researchgate.net/publication/290729902\\_Productivity\\_of\\_cotton\\_Gossypium\\_hirsutum\\_as\\_influenced\\_by\\_organic\\_and\\_inorganic\\_sources\\_of\\_nitrogen](https://www.researchgate.net/publication/290729902_Productivity_of_cotton_Gossypium_hirsutum_as_influenced_by_organic_and_inorganic_sources_of_nitrogen)
- Del Pino, A; Repetto, C; Mori, C; Perdomo, C. (2007). Patrones de descomposición de estiércoles en el suelo. *Terra Latinoamericana*. ISSN Online: 2395-8030. 26 (1). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311561006>
- Dong, H; Li, W; Eneji, A; Zhang, D. (2012). Nitrogen rate and plant density effects on yield and late-season leaf senescence of cotton raised on a saline field. *Field Crops Research*. 126. 137–144. <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/1123782>

Duarte, R. (2011). “Validación del manejo integrado (modificado) del picudo del algodón en San Pedro y Matamoros” [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Antonio Narro. México].

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/2172>

Eryuce, N; Ozkan, C; Anac, D; Asri, F; Güven, D; Demirtas, E; Simsek, M; Ari, N. (2019). Effect of Different Potassium Fertilizers on Cotton Yield and Quality in Turkey. *Ege University, Faculty of Agriculture, Soil Sciences and Plant Nutrient*. (57). 12-45.

[https://www.researchgate.net/publication/338832399\\_Effect\\_of\\_Different\\_Potassium\\_Fertilizers\\_on\\_Cotton\\_Yield\\_and\\_Quality\\_in\\_Turkey](https://www.researchgate.net/publication/338832399_Effect_of_Different_Potassium_Fertilizers_on_Cotton_Yield_and_Quality_in_Turkey)

Espinoza, J. (2012). *La urea y su comercialización en Chile. Gobierno de Chile. Ministro de Agricultura*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Consultado el 20 de Julio del 2021. URL: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2012/07/urea.pdf>

Espinoza, M; Suarez, D. (2019). El sector algodón en Ecuador: desafíos y oportunidades de la cadena de valor. *Revista Anales*. 1 (377).

<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/anales/article/view/2548>

Faghani, E; Kolahi, M; Sohrabi, B; Barnaby, A. (2019). Anatomic Features and Antioxidant Activity of Cotton Seed (*Gossypium hirsutum* L.) Genotypes Under Different Irrigation Regimes. *Journal of Plant Growth Regulation*. ISSN Online: 0721-7595. 38 (3). 883-896. <https://doi.org/10.1007/s00344-018-9899-3>

Farid, M; Ijaz, M; Hussain, S; Hussain, M; Farooq, O; Sattar, A; Sher, A; Wajid, A; Ullah, A; Raheel, M. (2017). Growth and Yield Response of Cotton Cultivars at Different Planting dates. *Pak. j. life soc. Sci*. ISSN Online: 2221-7630. 15 (3). 158-162.

[https://www.researchgate.net/publication/324925453\\_Growth\\_and\\_yield\\_response\\_of\\_cotton\\_cultivars\\_at\\_different\\_planting\\_dates](https://www.researchgate.net/publication/324925453_Growth_and_yield_response_of_cotton_cultivars_at_different_planting_dates)

Figueroa, U; 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. *Terra Latinoamericana*. ISSN Online: 2395-8030. 28 (4).

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57318502008>

Fritsch, F; Travis, R; Rains, W; Hutmacher, R. (2003). Response of Irrigated Acala and Pima Cotton to Nitrogen Fertilization: Growth, Dry Matter Partitioning, and Yield. *Published in Agron. J*. 95 (1). <https://www.proquest.com/docview/194515922>

- Fryxell, P.A. (1976). The natural history of the cotton tribe (Malvaceae, Tribe Gossypieae). Texas A&M University Press. 245 pp. (Citado por Barbosa, 2010).
- Gondim, A; Guilherme, J; De Pereira, R; Barbosa, M; Freire, H. (2015). Atividade fotossintética da beterraba submetidas a adubação mineral e esterco bovino. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 10 (2). 61-65.  
<http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i2.3438>
- Gómez, A. (2013). “Dosis de nitrógeno y su efecto en el rendimiento y calidad de fibra del algodón en surcos ultra estrecho” [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Antonio Narro. México]. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/2157>
- Gonzales, A. (2013). “Determinación del destino del nitrógeno aplicado a un cultivo de sésamo mediante la técnica isotópica” [Tesis de posgrado. Universidad Nacional de Asunción. Paraguay]. <https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/TES-BN-016.pdf>
- Gordillo, A. 2010. *Estudio del proceso de mineralización de un abono orgánico en suelo para el cultivo ecológico de algodón*. “Informe”. Universidad de Sevilla. Consultado el 22 de julio del 2021. URL: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/49372>
- Gutiérrez, J. (2014). “Producción de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) bajo fertilización foliar con te de vermicompost” [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma, Agraria Antonio Narro. México].  
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/6736>
- Hay, R; Porter; (2006). The Physiology of Crop Yield. Blackwell Publishing, Oxford. *Experimental Agriculture*. 43 (4). 109. Citado por (Muharam et al., 2014).
- Hernández, A; Sánchez, A; Preciado, P; García, Palomo, A; Espinoza, A. (2015). Nitrate reductase activity, biomass, yield, and quality in cotton in response to nitrogenous fertilization. *International Journal of Experimental Botany*. ISSN Online: 0031-9457. 84. 430-435.  
[http://www.revistaphyton.fund-romuloraggio.org.ar/vol84-2/Hernandez\\_Cruz.pdf](http://www.revistaphyton.fund-romuloraggio.org.ar/vol84-2/Hernandez_Cruz.pdf)
- Hulugalle, N; Broughton, K; Tan, D. (2015). Root growth of irrigated summer crops in cotton-based farming systems sown in Vertisols of northern New South Wales. *Crop Pasture Sci*. 66. 158-167. <https://www.publish.csiro.au/cp/cp14184>
- Khan, A; Yuen, D; Zahir, M; Luo, H; Atta, S; Ajab, A; Fahad, S. (2017). Nitrogen fertility and abiotic stresses management in cotton crop: a review. *Environ Sci Pollut Res*. 24. 14551-14566. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-017-8920-x>



- Khan, I; Zaman, M; Khan, M.J; Iqbal, M; Babar, M. (2014). How to improve yield and quality of potatoes: effects of two rates of urea N, urease inhibitor and Cytozyme nutritional program. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. ISSN Online: 0718-9516. 14 (2). 268-276. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162014005000022>
- Khanzada, A; Ansari, M; Hussain, B; Rajput, A; Hussain, F; Ali, U. (2016). Evaluating Right Timing and Splitting Nitrogen Application Rates for Enhanced Growth and Yield of Sunflower. *European Academic Research*. 4 (7). 5986- 6007. [https://www.researchgate.net/publication/310314135\\_Evaluating\\_Right\\_Timing\\_and\\_Splitting\\_Nitrogen\\_Application\\_Rates\\_for\\_Enhanced\\_Growth\\_and\\_Yield\\_of\\_Sunflower](https://www.researchgate.net/publication/310314135_Evaluating_Right_Timing_and_Splitting_Nitrogen_Application_Rates_for_Enhanced_Growth_and_Yield_of_Sunflower)
- Li, P; Dong, A; Liu, J; Sun, M; Wang, G; Zhang, S. (2014). Diagnosis of premature senescence of cotton using SPAD value. *Agricultural Sciences*. 5 (11). 992-999. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=50059>
- Lima, P; Carleso, R; Borsi, A; Ecco, M; Vinícius, F; Mezzalira, E; Rampim, L; Rosset, J; Battistus, A; Malavasi, L; Beltramin, P. (2014). Effects of different rates of nitrogen (N) and phosphorus pentoxide (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) on eggplant yield. *African Journal of Agricultural Research* ISSN Online: 1991-6375. 9 (19). 1435-1441. <https://worldveg.tind.io/record/52219/>
- 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; Robles, M; Serrato, S; Valdez, R; Martínez, E. (2002). Producción de algodón transgénico fertilizado con abonos orgánicos y control de plagas. *Terra Latinoamericana*. ISSN Online: 2395-8030. 20 (3). 321-327. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57320311>
- López, S; León, J; Quijano, C; Gil, A; Rabanal, M. (2020). Characterization of fruit, seed and fiber of *Gossypium raimondii* Ulbrich, a wild cotton ecotype. *Cienc Tecnol Agropecuaria, Mosquera (Colombia)*. ISSN Online: 2500-5308. 21 (1). 1-8. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num1\\_art:1219](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_art:1219)
- Luo, Z; Liu, H; Li, W; Zhao, Q; Dai, J; Tian, L; Dong, H. (2018). Effects of reduced nitrogen rate on cotton yield and nitrogen use efficiency as mediated by application mode or plant density. *Field Crops Research*. 218. 150–157. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.01.003>

- Macías, R; Mera, J. (2020). “*Efecto de la fertilización nitrogenada orgánica e inorgánica acompañada de microorganismos eficientes sobre el comportamiento productivo del algodón (Gossypium hirsutum, L.)*” [Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador]. Documento facilitado por los autores.
- 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 del algodono en francisco Madero Coach y Gómez Palacio*” [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma, Agraria Antonio Narro. México].  
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/2173?show=full>
- 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 Online:1316-3361. 9. (3). 77-85. Citado por (Macías y Mera, 2020).  
<http://www.revencyt.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/bioag/v9n3/articulo02.pdf>
- Meyer, L. (2020). *Cotton and Wool Outlook Leslie A. United states department of agriculture (USDA)*. Consultado el 20 de abril del 2021. URL:  
<https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=101165>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MINAGRI); Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2020). *Guía técnica para el cultivo del algodón en la costa de Perú*. Primera edición. ISBN: 978-9972-44-054-0. Perú. Pp. 76. Consultado el 10 de mayo del 2021. URL: <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1112>
- Mng’omba, S; Akinnifesi, S; Kerr, A; Salipira, K; Muchugi, A. (2016). Growth and yield responses of cotton (*Gossypium hirsutum*) to inorganic and organic fertilizers in southern Malawi. *Agroforest Syst.* 91. 249-258.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-016-9924-0>
- Mondino, M; Peterlin, O. (2001). *Respuesta del cultivo de algodón (Gossypium hirsutum L.) sembrado en surcos ultra estrechos a la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Rendimiento y sus componentes. Centro Tecnológico del Algodón. Argentina.* Consultado el 19 de julio del 2021. URL:  
<https://nanopdf.com/download/respuesta-del-cultivo-de-algodon-gossypium-hirsutum-1.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>
- Muharam, F; Bronson, K; Mass, S; Ritchie, G. (2014). Inter-relationships of cotton plant height, canopy width, ground cover and plant nitrogen status indicators. *Field Crops Research*. 169. 58-69.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429014002597>
- NAANDANJAIN. (2014). *Cultivo del algodón. Costa Rica*. Consultado el 19 de junio del 2021. URL: <https://naandanjain.com>
- Oliveira, E; Camacho, M; Martins, M. (2013). Nitrogen use efficiency by cotton varieties. *Revista de Ciências Agrárias*. 36 (1). 10-16.  
[https://www.researchgate.net/publication/262263428\\_Nitrogen\\_use\\_efficiency\\_by\\_cotton\\_varieties](https://www.researchgate.net/publication/262263428_Nitrogen_use_efficiency_by_cotton_varieties)
- Otobong, I; Yahya, A. (2017). Soil Nutrient Dynamics and Yield of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Following an Amendment with Cattle Manure. *International Journal of Plant & Soil Science*. ISSN Online: 2320-7035. 16 (2). 2-10.  
<http://www.sciencedomain.org/review-history/19093>
- 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>
- Pazzini, D; Redin, M; Almeida, N; De Conti, L; Dominguez, J; Seminoti, J; Antonioli, Z. (2018). Cattle Manure Bioconversion Effect on the Availability of Nitrogen, Phosphorus, and Potassium in Soil. *Revista Brasileira De Ciência Do Solo*. 42. 1-10.  
<https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20170327>
- 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>

- Peñañiel, Z. (2019). “Efecto de la urea en la absorción de plomo en la estructura foliar de maíz (*Zea mays* L.), espinaca (*Spinacia oleracea* L.) y col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)” [Tesis de pregrado. Universidad Científica del Sur. Perú].  
<http://repositorio.cientifica.edu.pe:8080/xmlui/handle/UCS/732>
- Pérez, C; Tovar, R; Obispo, Q; Legorreta, F; Ruiz, J. (2016). Recursos genéticos del algodón en México: conservación ex situ, in situ y su utilización. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. ISSN Online: 2007-0934. 7 (1). 5-16.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263144153001>
- Pereira, M; Dias, T; Lima, N; Justino, E; Oliveira, D; Martins, M. (2020). Plant growth and yield of butter kale (*Brassica oleracea* L.), as influenced by the combined application of bovine manure and rock powder. *Acta Agronômica*. ISSN Online: 2323-0118. 69 (1). 38-45. <https://doi.org/10.15446/acag.v69n1.75174>
- Qadeer, U; Ahmed, M; Hassan, F; Akmal, M. (2019). Impact of Nitrogen Addition on Physiological, Crop Total Nitrogen, E Ciencies and Agronomic Traits of the Wheat Crop under Rainfed Conditions. *Sustainability*. 11 (22).  
<https://doi.org/10.3390/su11226486>
- Qian, P; Schoenau, J. (2002). Availability of nitrogen in solid manure amendments with different C:N ratios. *Revista Canadiense de Ciencia de Suelo*. 82 (2). 219-225.  
<https://cdnscepub.com/doi/10.4141/S01-018>
- Ramos, C. (2021). Diseño de investigación experimental. *CienciAmérica*. ISSN Online: 1390-9592. 10 (1). 1-7.  
<http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/356/698>
- 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>
- Rayne, N; Aula, L. (2020). Livestock Manure and the Impacts on Soil Health: A Review. *Soil Syst*. 4 (64). <https://doi.org/10.3390/soilsystems4040064>
- Rehman, A; Farooq, M. (2019). Chapter 2. *Morphology, Physiology and Ecology of Cotton*. Consultado el 19 de junio del 2021. URL: <https://doi.org/10.1002/9781119385523.ch2>

- 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 Online: 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 mayo del 2021. URL: <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1139/Libro%20Algodon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, G; Pradenas, H; Basso, C; Barrios, B; León, R; Pérez, M. (2020). Efecto de dosis de nitrógeno en la agronomía y fisiología de plantas de maracuyá. *Agronomía Mesoamericana*. ISSN Online: 2215-3608. 31 (1). 117-128. <http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso>
- Salazar, E. (2006). El nitrógeno en los sistemas ganaderos de leche. *Agronomía Mesoamericana*. ISSN Online: 1021-7444. 17 (1). 69-77. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43717111>
- 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 Online: 2395-8030. 28 (4). 381-390. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v28n4/v28n4a10.pdf>
- Salazar, E; Trejo, H; Vásquez, C; López, J. (2007). Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. *Revista Internacional de Botánica Experimental*. ISSN Online: 0031-9457. 76: 169-185. <http://www.revistaphyton.fund-romuloraggio.org.ar/vol76/salazar-sosa.pdf>
- Saleem, M.F; Bilal, M; Awais, M; Shahid, Q; Anjum, 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 Online: 1018-7081. 20 (1). 23-27. <https://www.researchgate.net/publication/266456599>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA) (2017). *Planeación agrícola nacional 2017-2030. Algodón Mexicano*. Consultado el 19 de junio del 2021. URL: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257068/Potencial-Algod\\_n.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257068/Potencial-Algod_n.pdf)
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) (2020). *Programación de abasto de semillas de algodón*. México. Consultado el 19 de junio del 2021. URL: <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/programa-de-abasto-de-semilla>

Servicio nacional de meteorología e hidrología. (SENAMHI). (2019). *Requerimientos Agroclimáticos del cultivo de algodón*. Ficha técnica N° 3. Perú. Consultado el 19 de junio del 2021. URL:

[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419896/ficha-tecnica-03-cultivo-  
algodon.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419896/ficha-tecnica-03-cultivo-algodon.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 Online: 1532-4087. 42 (2). 186-201.

<https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1551492>

Squeo, F., Cardemil, L. (2007). *Fisiología Vegetal*. Ediciones Universidad de La Serena, la serena, chile. Consultado el 19 de julio del 2021. URL: <http://www.biouls.cl/librofv>

Suarez, D; Guailas, J; Rodríguez, W; Calderan, A. (2020). Investigación participativa para o desenvolvimento de práticas sustentáveis e resilientes para o algodão da agricultura familiar no Equador. Conferência. 58 Congresso. *Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*. Consultado el 5 de mayo del 2021. URL:

<https://www.researchgate.net/publication/350772165>

Tartaglia, F; De Souza, A; Pereira, A; Paez, A. (2020a). Nitrogen utilization efficiency by naturally colored cotton cultivars in semi-arid region. *Revista Ciência Agronômica*. ISSN Online:1806-6690. 51 (4). 1-9.

<https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200061>

Tartaglia, F; Dos Santos, A; De Souza, A; Dos Santos, M; Da Silveira; Barros, A. (2020b). Economical nitrogen dose for production of irrigated naturally colored cotton in the semi-arid region. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. ISSN Online: 1807-1929. 24 (11). 783-789.

<http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n11p783-789>

Tcach, N; Klein, L; Spoljaric, M; Tcach, M; Gonzales, A; Bonacic, I; Paes, A; Dos Santos, M; Silveira, L. (2020). *Respuestas de variedades de algodón a la fertilización nitrogenada en condiciones edafoclimáticas de la provincia del chaco*. Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria (INTA). Argentina. Consultado el 19 de julio del 2021. URL: <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/8632>

- Toro, R; Becerra, M. (2018). Análisis logístico agrocadena de algodón Colombia empleando dinámica de sistemas. *Revista Ingeniería Industrial*. ISSN Online: 0718-8307. 16 (3). 289-304. <https://doi.org/10.22320/S07179103/2017.17>
- Torrez, A. (2017). “*Importación de fibra de algodón (gossypium spp.) americano en el Perú*” [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2977>
- Trejo, L; Gómez, F; Rodríguez, M.A. Alcántar, G. (2005). Fertilización foliar con urea en la partición de nitrógeno en espinaca. *Terra Latinoamericana*. Vol. 23: N°4. ISSN: 2395-8030. Pág. 495-503. URL: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311146008>
- Trinidad, A; Velasco, J. (2016). Importancia de la materia orgánica en el suelo. *Agroproductividad*. 9 (8). 53-58. <https://core.ac.uk/download/pdf/249320586.pdf>
- Ulloa, M; Stewart, J; Garcia, E; Godoy, S; Gaytan, A; Acosta, S. (2006). Cotton genetic resources in the western states of Mexico: in situ conservation status and germplasm collection for ex situ preservation. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 53. 653–668. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10722-004-2988-0>
- Vilela, J; Toneli, K; Rodriguez, G; Moreira, L; Zavaschi, E; Moura, T; Otto, R. (2017). Nutrient Uptake by High-Yielding Cotton Crop in Brazil. *Revista Brasileira de ciência do solo*. 42. <https://doi.org/10.1590/18069657rbc20170033>
- Villagarcía, T. (s.f.). *Manual de STATGRAPHICS*. Universidad Carlos III De Madrid. Curso de formación estadística. Consultado el 19 de julio del 2021. URL: [http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/qwerty/esp/Manual%20Statgraphics%20Tudo%20Centurion.pdf](http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/qwerty/esp/Manual%20Statgraphics%20Todo%20Centurion.pdf)
- Wajid, A; Ahmad, A; Awais, M; Habib, M; Sammar, M; Bashir, U; Naveed, M; Ullah, S; Irfan, M; Gull, U. (2017). Nitrogen Requirements of Promising Cotton Cultivars in Arid Climate of Multan. *Sarhad Journal of Agriculture*. 33(3). 397-405. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.sja/2017/33.3.397.405>
- Xu, C; Mou, B. (2016). Short-term Effects of Composted Cattle Manure or Cotton Burr on Growth, Physiology, and Phytochemical of Spinach. *HortScience*. 51 (12). 1517–1523. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI11099-16>
- Yang, G; Chu, K; Tang, H; Nie, Y; Zhang, X. (2013). Fertilizer N Accumulation, Recovery and Distribution in Cotton Plant as Affected by N Rate and Split. *Journal of Integrative Agriculture*. 12 (6). 999-1007. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60477-3](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60477-3)

Yang, R; Mo, Y; Liu, C; Wang, Y; Ma, J; Zhang, Y; Li, H; Zhang, X. (2016). The Effects of Cattle Manure and Garlic Rotation on Soil under Continuous Cropping of Watermelon (*Citrullus lanatus* L.). *PLoS ONE*. 11 (6).

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2016PLoS...1156515Y/abstract>

Yzarra, W; López, F. (2012). *Manual de observaciones fenológicas. Servicio nacional de meteorología e hidrología*. (SENAMHI). Perú. Consultado el 19 de junio del 2021.

URL: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>

Zaman, M; Zaman, S; Adhinarayanan, C; Nguyen, M; Nawaz, S; Dawar, K. (2013). Effects of urease and nitrification inhibitors on the efficient use of urea for pastoral systems. *Soil Science and Plant Nutrition*. 59 (4). 649-659.

<http://dx.doi.org/10.1080/00380768.2013.812940>

Zhao, D; Oosterhuis, D. (2000). Nitrogen application effect on leaf photosynthesis, nonstructural carbohydrate concentrations and yield of field-grown cotton. *AAES Special Report 198*. ISSN Online: 0571-0189. 198. 69-71.

<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20003025468>



## 9. ANEXOS

**Anexo 1.** Limpieza de terreno.



**Anexo 2.** Siembra.



**Anexo 3.** Desmalezado.



**Anexo 4.** Aplicación de insecticida a los 12 DDS para el control de mosca blanca (a); y a los 60 DDS para el control del gusano bellotero (b).



6

**Anexo 5.** Secado de hojas y bellotas.



**Anexo 6.** Medición de conductancia estomática (a) y volumen de raíz (b).



**Anexo 7.** Contabilidad de los discos.



**Anexo 8.** Toma de muestra de contenido de clorofila.

