



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Examen de Grado de carácter  
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,  
como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

Los macronutrientes y su importancia en el cultivo de algodón  
(*Gossypium hirsutum L.*) en Ecuador.

**AUTOR:**

Bryan Horacio Villavicencio Miranda.

**TUTOR:**

Ing. Agr. Cristina Maldonado Camposano, MBA.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2023

## RESUMEN

Los macronutrientes son los elementos nutricionales de vital importancia, los cuales, se requieren en mayores proporciones para todos los procesos metabólicos del cultivo de algodón, por ende, hay que hacer énfasis en sus efectos y su adecuado manejo y no dejar de lado a los micronutrientes. Cada nutriente tiene funciones específicas y trascendentes para el desarrollo de las plantas, y si no se realiza un adecuado plan de fertilización, podría ocasionar la falta o el exceso nutricional del mismo, lo cual provocaría bajas considerables en la productividad del cultivo. El nitrógeno aporta vigorosidad a la planta, su funcionamiento incrementa el desarrollo vegetativo del algodón en su primera etapa fenológica, a su vez, impulsa de manera exponencial la producción y disminuye el estrés. El fósforo es un elemento fundamental para el algodón, sus beneficios parten desde el óptimo desarrollo de raíces, el incremento de la producción, y el aumento del cuajado y la maduración. El potasio impulsa la maduración de la fibra y acorta la senescencia prematura. El magnesio es un elemento de vital importancia, aporta uniformidad al desarrollo vegetativo del cultivo e incrementa la producción. El azufre impulsa la formación de la estructura de los compuestos orgánicos, como los aminoácidos cisteína, cistina y metionina, los cuales son necesarios para sintetizar proteínas. El calcio es parte fundamental de las paredes celulares, es asimilado por la planta en forma de catión divalente, y está catalogado como un elemento poco móvil. La información obtenida fue recopilada, parafraseada y resumida, mediante un análisis, con la única finalidad de enriquecer los conocimientos del lector sobre los macronutrientes y sus beneficios en el cultivo de algodón en Ecuador. Por lo consiguiente determinó que, para realizar una fertilización adecuada, antes se debe realizar un análisis de suelo, para ejecutar un adecuado manejo de los nutrientes en las diferentes etapas del cultivo.

**Palabras claves:** Algodón, macronutrientes, nutrición, producción sostenible.

## SUMMARY

Macronutrients are the nutritional elements of vital importance, which are required in greater proportions for all metabolic processes of the cotton crop, therefore, it is necessary to emphasize their effects and proper management and not to leave aside the micronutrients. Each nutrient has specific and transcendent functions for plant development, and if an adequate fertilization plan is not carried out, it could lead to a lack or excess of nutrients, which would cause considerable losses in crop productivity. Nitrogen provides vigorousness to the plant, its functioning increases the vegetative development of cotton in its first phenological stage, in turn, exponentially boosts production and reduces stress. Phosphorus is a fundamental element for cotton, its benefits range from optimum root development, increased production, and increased fruit set and ripening. Potassium promotes fiber maturation and shortens premature senescence. Magnesium is a vitally important element, it brings uniformity to the vegetative development of the crop and increases production. Sulfur promotes the formation of the structure of organic compounds, such as the amino acids cysteine, cystine and methionine, which are necessary to synthesize proteins. Calcium is a fundamental part of cell walls, is assimilated by the plant in the form of a divalent cation, and is classified as an element that is not very mobile. The information obtained was compiled, paraphrased and summarized by means of an analysis, with the sole purpose of enriching the reader's knowledge about macronutrients and their benefits in cotton cultivation in Ecuador. Therefore, it was determined that, in order to carry out an adequate fertilization, a soil analysis should be carried out beforehand, in order to execute an adequate management of the nutrients in the different stages of the crop.

**Key words:** Cotton, macronutrients, nutrition, sustainable production.

## INDICE

RESUMEN .....	II
SUMMARY .....	III
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I .....	3
MARCO METODOLÓGICO.....	3
1.1. Definición del caso de estudio.....	3
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación .....	4
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Fundamentación teórico.....	5
1.5.1. Generalidades del cultivo de algodón .....	5
1.5.2. La taxonomía del Algodón .....	5
1.5.3. Condiciones edafoclimaticas .....	6
1.5.3.1. Suelo.....	6
1.5.3.2. Clima.....	6
1.5.3.3. Temperatura.....	6
1.5.3.4. Los valores de pH .....	6
1.5.4. Importancia de los nutrientes en la fertilización del algodón .....	7
1.5.4.1. Extracción de nutrientes para el cultivo de algodón .....	7
1.5.5. Macronutrientes y su importantes en el cultivo de algodón.....	8
1.5.6. Función y deficiencias de los macronutrientes en el algodón.....	8
1.5.6.1. Funcion del Nitrógeno (N) .....	8
1.5.6.2. Deficiencia del Nitrógeno (N) .....	9
1.5.6.3. Función del fosforo (P). .....	9
1.5.6.4. Deficiencia del Fosforo (P) .....	10
1.5.6.5. Función del Potasio (K) .....	11
1.5.6.6. Deficiencia del Potasio (K) .....	11
1.5.6.7. Función del Magnesio (Mg).....	12
1.5.6.8. Deficiencia del Magnesio (Mg).....	13
1.5.6.9. Función del azufre (S).....	13
1.5.6.10. Deficiencia del azufre (S) .....	14

1.5.6.11.	Función del Calcio (Ca) .....	14
1.5.6.12.	Deficiencia del Calcio (Ca).....	14
1.5.7.	Formas eficientes de fertilización del algodónero. ....	15
1.5.8.	Fertilización según la etapa del cultivo de algodón. ....	16
1.5.8.1.	En el momento de la siembra.....	16
1.5.8.2.	Establecimiento o estado de plántulas .....	16
1.5.8.3.	Formacion de botones florales .....	16
1.5.8.4.	Inicio de floracion .....	17
1.5.8.4.	Aplicación de abonos foliares.....	17
1.5.9.	Cultivos sucesivos y de alto rendimiento .....	17
1.6.	Hipótesis .....	18
1.7.	Metodología de la investigación. ....	18
CAPITULO II .....		19
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....		19
2.1.	Desarrollo del caso .....	19
2.2.	Situaciones detectadas .....	19
2.3.	Soluciones planteadas .....	20
2.4.	Conclusiones .....	20
2.5	Recomendaciones .....	21
BIBLIOGRAFIAS .....		22

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Nutrientes absorbidos en el cultivo de algodón.....	7
-----------------	---	---

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Análisis de suelo y la recomendación.....	15
<b>Figura 2.</b> Deficiencia de Nitrógeno (N) .....	26
<b>Figura 3.</b> Deficiencia de Fosforo (P) .....	26
<b>Figura 4.</b> Deficiencia de Potasio (K) .....	27
<b>Figura 5.</b> Deficiencia de Magnesio (Mg) .....	27
<b>Figura 6.</b> Deficiencia de Azufre (S) .....	28
<b>Figura 7.</b> Deficiencia de Calcio (Ca) .....	28
<b>Figura 8.</b> Programa de Fertilizacion para el cultivo de Algodon.....	29

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum L.*), es una de las fuentes de principal importancia cuando se hace referencia a fibra natural, teniendo un gran aumento en la producción, alcanzando la cifra de 31,3 millones de hectáreas cultivadas, y a su vez, se estima un incremento exponencial al pasar de los años, los países cuya producción está liderando el mercado son India, China, Estados Unidos, Pakistán y Brasil, los cuales han contribuido con el 80% de la producción de esta malvácea (Cañarte *et al.* 2020).

En el territorio ecuatoriano se puede cultivar específicamente en el Litoral, por lo que, en dicha zona las condiciones son propicias para la subsistencia del cultivo, empezando en los territorios de las provincias, Manabí y Guayas, correspondientemente, en altitudes llegando a 160 m.s.n.m., y a su vez logrando los mayores estándares de rentabilidad ambiental durante su ciclo de vida productivo (Sión 2020).

El algodón es considerado uno de los cultivos más trascendentales del mundo, debido a que, está fundamentalmente elaborado para fibra y producción de semillas oleaginosas, por consiguiente, el interés principal que lleva a su elaboración es su fibra, que se diferencia de la convencional e industrial por su textura, delicadez, electro neutralidad e higroscopividad. Una de las principales cualidades del algodón la podemos encontrar en su semillas, la cual, por su abundante riqueza en proteínas y grasas, la hace una de las opciones de mayor interés en el mercado para la extracción de aceites vegetales, incluyendo biodiesel (Estigarribia y Pino 2019).

Su producto es elemental y muy significativo en la economía mundial, su desarrollo en el campo se realiza en todo el mundo en más de 100 países y expande el mercado cosmopolita en millones de dólares. El algodón ha ejercido un papel elemental durante la historia del hombre y su elaboración ha sostenido la subsistencia de millones de familias en el paso de los años (Cañarte *et al.* 2020).

El cultivo del algodón requiere una gran cantidad de nutrientes, las dosificaciones de fertilizante se establecen con referencia a la disponibilidad del nutriente y la extracción total del mismo por parte del cultivo, en otras palabras, es la cantidad total de nutrientes que absorbe un cultivo en todos sus componentes durante su ciclo productivo (Estigarribia y Pino 2019).

El incremento de la planta dependerá de muchas circunstancias muy relacionadas. Las causas primordiales son: la variedad, el clima, temperatura, radiación solar, precipitación, nutrientes, agua, entre otros. No obstante, la planta del algodón está esquematizada de tal manera que en condiciones adecuadas su incremento y desarrollo acompaña un prototipo bien establecido, estructurado y preciso (Sánchez 2020).

El presente trabajo se efectuó con la única finalidad de adquirir y enriquecer los conocimientos sobre los macronutrientes y su apropiado manejo en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum L.*) en Ecuador.

# CAPÍTULO I

## MARCO METODOLÓGICO

### 1.1. Definición del caso de estudio

El presente trabajo trata sobre la temática correspondiente a los Macronutrientes, su importancia y efectos en el cultivo de Algodón (*Gossypium hirsutum L.*) en Ecuador.

### 1.2. Planteamiento del Problema

Debido al desconocimiento del manejo del cultivo de algodón en los planes de fertilización, se ha producido bajas considerables en la rentabilidad de dicho cultivo en Ecuador, lo cual ha sido un factor determinante en la disminución de las áreas cultivadas, siendo desplazado por cultivos como el maíz, arroz, banano, cacao, los cuales han causado grandes impactos en la economía de los agricultores ecuatorianos (Cañarte *et al.* 2020).

Los agricultores estiman que dicho cultivo no es productivo, por lo tanto, no es considerado una fuente de ingresos que produzca incrementos económicos que mejoren el nivel de vida de ellos y sus familias, lo cual ocasiona una baja significativa de productores algodoneiros en Ecuador (Sión 2020).

Los pequeños y medianos productores algodoneiros no acceden a los servicios que otorgan los técnicos, como un adecuado programa de fertilización, análisis foliar y edáfico, análisis fitosanitarios, semillas viables, entre otros. Los cuales son factores fundamentales para alcanzar altos estándares de producción de fibra y calidad del algodón (Banchón 2021).

El uso inconsciente y desmesurado de los productos químicos en la agricultura, se a reflejado en los altos niveles de acidez y disponibilidad de nutrientes esenciales para la nutrición del algodón en Ecuador, lo cual a provocado la poca efectividad de las aplicaciones de fertilizantes (Cañarte *et al.* 2020).

### **1.3. Justificación**

Al hacer referencia a macronutrientes se puede puntualizar que son los elementos fundamentales que se necesitan en mayores proporciones para garantizar y optimizar el desarrollo y la perduración del cultivo. Por ende, es crucial hacer énfasis en su adecuado manejo e implementación en los planes de fertilización con las dosis adecuadas, para alcanzar mayores estándares en la calidad de fibra producida (Gutiérrez *et al.* 2022).

Debido a su trascendencia, se debe introducir a los macronutrientes en los planes de fertilización para incrementar la rentabilidad en potencia del algodón, en la cual es imprescindible regenerar los conocimientos sobre su manejo, periodo de aplicación, fuentes utilizables y técnicas de aplicación en el cultivo de algodón (Cañarte *et al.* 2020).

Por las circunstancias planteadas con anterioridad se manifiesta que la justificación principal del trabajo expuesto se basa en la ejecución de un análisis, cuya finalidad fue la exploración de los principales efectos y la importancia que forman parte de la nutrición del cultivo de algodón, por medio de la aplicación de los macronutrientes. Por ende, se establece que dicho trabajo sea del uso específicamente de estudiantes, profesionales y toda persona dedicada al área agrícola (Sión 2020).

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la importancia de los macronutrientes en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en Ecuador.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Analizar los efectos de los nutrientes en el cultivo de algodón en Ecuador.
- Establecer el adecuado manejo de los macronutrientes en el cultivo de algodón en Ecuador.

## 1.5. Fundamento Teórico

### 1.5.1. Generalidades del cultivo de algodón

El algodón es una de las fibras más utilizadas para la elaboración de tejidos, además, sus derivados son utilizados en el sector Farmacéutico, Industrial, Automotriz, entre otros. Las regiones con mayor producción algodонера en Ecuador fueron los cantones, Pedro Carbo y Tosagua, los cuales pertenecen a Guayas y Manabí (Brando 2020).

El algodón ecuatoriano *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae), se ha cultivado tradicionalmente a lo largo de la costa de Ecuador. En la década de 1970 se convirtió en un importante proyecto agrícola y fuente de ingreso de divisas nacionales, llegando incluso a alcanzar las 36.000 hectáreas de superficie nacional de siembra, no obstante, en el 2010 se registraron 5000 hectáreas, en el 2020 se obtuvieron 213 hectáreas cosechadas, en los últimos 30 años se produjo un declive del 99% (Gutiérrez *et al.* 2022).

La principal causa del declive de la producción algodонера en Ecuador, se debió a los trágicos acontecimientos que causó el fenómeno del niño en 1997 y 1998, ocasionando el fallecimiento de decenas de personas en Ecuador, causando daños infraestructurales y destruyendo gran parte de los cultivos, la estancia de los suelos bajo el agua, retrasó la siembra de varios cultivos, afectando de manera directa a la producción algodонера (Banchón 2021).

### 1.5.2. La taxonomía del algodón, Según (Sión 2020).

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Género	Gossypium
Especie	G. hirsutum

### **1.5.3. Condiciones edafoclimáticas**

#### **1.5.3.1. Suelo**

El algodón puede desarrollarse en la mayoría de los suelos francos. No obstante, los suelos arenosos bien drenados se consideran apropiados para alcanzar los mayores estándares en la productividad y calidad de fibra producida, con un porcentaje de arcilla adecuada, rico en materia orgánica y concentraciones adecuadas de nitrógeno y fósforo. El mejor aprovechamiento suele obtenerse en arcillas ricas en carbonato cálcico. Una pendiente suave a menudo ayuda en el drenaje del agua (Toro 2020).

#### **1.5.3.2. Clima**

El algodón es una planta que requiere extensos periodos libres de heladas, mucho calor y mucha luz solar. De preferencia el clima cálido y levemente húmedo son adecuados para el desarrollo del cultivo, los niveles de heliofanía son de 650 horas luz solar en los periodos vegetativos o anuales y lluvia entre 600 y 900 mm (Estigarribia y Pino 2021).

#### **1.5.3.3. Temperatura**

Las condiciones apropiadas para que el algodón pueda desarrollarse de forma óptima en todos los procesos metabólicos y bioquímicos son: de 18 a 30 °C. Por ende, las condiciones de temperatura para que suceda cada periodo fenológico en algodón se manifiestan en unidades de calor "UC" o grados día de desarrollo "GDD" (Alava *et al.* 2021).

#### **1.5.3.4. Los valores de pH**

Es fundamental conocer que la mayor disponibilidad de los macronutrientes, dependerá de los porcentajes de pH del suelo. Es decir que deberá ser levemente ácido a casi neutral "6.5 - 7.5" son los más apropiados para el desarrollo y asimilación correcta de nutrientes en algodón (Alvarado *et al.* 2021).

#### 1.5.4. Importancia de los nutrientes en la fertilización del algodón

Como acontece en la mayoría de los cultivos, no puede existir ningún bosquejo de fertilización general, porque cada suelo es distinto y posee exigencias diferentes. Por ello, es fundamental la ejecución de un análisis de suelo anualmente o antes de establecer un programa de fertilización, ya que con ello podemos realizar un oportuno diagnóstico de las deficiencias nutricionales, y a su vez, tomar decisiones adecuadas, bajo la dirección de un técnico. Por ende, es crucial hacer énfasis en los principales elementos que forman parte de la nutrición del algodón, y sus principales características (Suarez *et al.* 2022).

##### 1.5.4.1. Extracción de nutrientes para el cultivo de algodón

Para un desarrollo óptimo y rendimientos satisfactorios del cultivo de algodón, es necesario conocer todos los aspectos que engloba la fertilización de dicho cultivo, a su vez, es de vital importancia tener a disposición los nutrientes que el algodón requiere en mayor y menor proporción para ser aplicados de manera oportuna, ya sea proporcionados por el suelo o mediante técnicas de fertilización foliar o edáfica (Villacres 2021).

Los principios de la extracción de nutrientes por tonelada de algodón producida por hectárea se encuentran aproximadamente entre las siguientes cantidades (Cañarte *et al.* 2020).

**Tabla 1.** Nutrientes absorbidos en el cultivo de algodón, Castro (2022).

Época d.d.e	Etapas del cultivo	N	P	K	Ca	Mg	S
		% de elemento absorbido					
1 - 20	Establecimiento	4,0	5,0	3,0	6,0	13,0	6,0
21 - 60	Botones, florales	46,0	36,0	50,0	45,0	35,0	40,0
61 - 100	Flores, capsulas	34,0	30,0	30,0	30,0	25,0	35,0
101 - 140	Maduración y apertura de capsula	16,0	24,6	17,0	19,0	27,0	14,0

### **1.5.5. Macronutrientes y su importancia en el cultivo de algodón**

Los elementos como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, representan una parte fundamental en los procesos de desarrollo del algodón. La misma naturaleza realiza aportes fundamentales de carbono, hidrógeno y oxígeno, la responsabilidad del productor algodonero para impulsar la calidad y productividad del cultivo, se basa en asegurar que dichos nutrientes se encuentren en disponibilidad para que las plantas puedan extraerlos en las proporciones necesarias, por ende, es indispensable analizar los factores de vital importancia y efectos que abarcan a los macronutrientes en la nutrición del cultivo de algodón (Sión 2020).

### **1.5.6. Función y deficiencias de los macronutrientes en algodón.**

#### **1.5.6.1. Función del Nitrógeno (N)**

El cultivo de algodón necesita grandes cantidades de nitrógeno para alcanzar un desarrollo apropiado. Gracias a su funcionamiento en las plantas es considerado un elemento fundamental para la producción del algodón. Cabe recalcar que las plantas manifiestan grandes respuestas cuando dicho nutriente es aplicado en los planes de fertilización. Su funcionamiento es la que diferencia de los demás nutrientes, y su fácil afluencia permite que el cultivo lo pueda asimilar de manera rápida y oportuna, por ende, es importante conocer sus beneficios y efectos en la nutrición para realizar un adecuado manejo del nutriente en la etapa que la planta lo requiera (Cañarte *et al.* 2020).

El nitrógeno es vital en los procesos de desarrollo vegetativo del cultivo de algodón, dado que, se concentran en la parte foliar de la planta, e impulsa los procesos fotosintéticos. Además, aporta uniformidad y vigorosidad a la planta en las primeras etapas fenológicas, a su vez, garantiza incrementos en la producción y disminuye el estrés. El nitrógeno cumple funciones de vital importancia en la estructura de los aminoácidos, los cuales son parte fundamental para la formación de proteínas, las cuales, son vitales en los procesos metabólicos del algodón (Sotelo *et al.* 2020).

### **1.5.6.2. Deficiencia del Nitrógeno (N)**

Las deficiencias de dicho elemento al principio o en transcurso del ciclo vegetativo, frecuentemente se manifiesta por bajo vigor, hojas pequeñas y clorosis amarillenta son los principales signos de deficiencia de nitrógeno (Anexo 2), medida que el nitrógeno se mueve dentro de la planta y se traslada al sitio de desarrollo, las necesidades de nitrógeno se manifiestan primero en las hojas más viejas con amarillamiento y cuando la deficiencia es de carácter grave, las hojas se vuelven de una tonalidad rojiza (Zambrano *et al.* 2022).

Además, cuando los porcentajes de nitrógeno superan el nivel que la planta requiere, se produce una aceleración pronta del desarrollo vegetativo, a su vez, la maduración prematura del mismo, produciendo plantas más atractivas para el ataque de plagas y enfermedades, lo que aumenta el costo de aplicación de reguladores de crecimiento y fertilizantes, por lo cual, es fundamental para realizar una fertilización adecuada, contar con un análisis de suelo previo a la siembra para determinar con precisión las necesidades nutricionales del cultivo (Gavilanes *et al.* 2022).

Los fertilizantes nitrogenados deben ser aplicados durante las etapas claves de desarrollo del cultivo de algodón. Se recomienda aplicar 20% de nitrógeno al momento de la siembra, 50% al inicio de la etapa de floración “primer riego complementario”, y el 30% restante en la etapa de mayor formación de frutos “segundo riego complementario” (Icaza 2022).

### **1.5.6.3. Función del fósforo (P)**

El fósforo es un elemento fundamental para el algodón, sus beneficios parten desde el óptimo desarrollo de raíces, impulsar el rendimiento del cultivo y acelerar el cuajado y la maduración. Dicho nutriente se encuentra involucrado en la estructura de almacenamiento y transferencia de energía, y participa de manera esencial en los procesos de regulación en las diferentes fases metabólicas de la planta (Paredes 2020).

Es un factor fundamental en la estructura de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) los cuales se especializan en la captación de energía solar en los procesos de desarrollo fotosintéticos para distribuirla en todas las células, actuando como un regulador de energía en el desarrollo de los procesos metabólicos (Estigarribia y Pino 2021).

#### **1.5.6.4. Deficiencia del Fosforo (P)**

Los signos principales de la deficiencia de fosforo se pueden visualizar en la parte foliar de la planta, mostrando un crecimiento totalmente atrofiado, las hojas viejas se tornan de tonalidad amarillenta y se aprecia una costura grisácea en el margen de la hoja afectada (Anexo 3). Las hojas se podrán visualizar con porcentajes altos de clorosis de tonalidad bronce a morado, por consiguiente, se apreciará necrosis en las puntas y márgenes de las hojas, dando paso a la prematura marchitez (Owen *et al.* 2021).

La deficiencia de fosforo tardía se manifiesta en decoloración morada, iniciando en la zona intervenal de la hoja, para posteriormente trasladarse por todo el limbo. Muchos pigmentos pequeños de tonalidad blanca se presentarán por toda la hoja, separados por un anillo de tonalidad rojizo del tejido contiguo, a su vez, se manifestarán pigmentos morados, los cuales se establecen en los botones florales (Arévalo 2020).

Independientemente de cómo se manifiesten los síntomas durante el crecimiento, la consecuencia final de la deficiencia de fosforo en algodón es la reducción de la productividad y calidad de la fibra producida, lo cual, da paso a pérdidas económicas y de la rentabilidad del cultivo (Díaz *et al.* 2022).

Durante el crecimiento del cultivo se aconseja realizar un análisis foliar para ratificar su estatus nutricional, y en caso de deficiencia de este nutriente, se recomienda la aplicación de fertilizantes foliares. Las fuentes sólidas propuestas de este elemento son: fosfato mono amónico y fosfato diamónico, mientras que las fuentes líquidas son: polifosfatos de amonio, ácido fosfórico y fosfato diamónico líquido al 74% (Sión 2020).

#### **1.5.6.5. Función del Potasio (K)**

El potasio en algodón aporta ventajas significativas en el rendimiento del cultivo, impulsando la maduración de la fibra y acortando la senescencia prematura. Casi el 40% del potasio total del algodón se encuentra en los botones florales, las brácteas y las semillas, que es donde se concentra principalmente dicho nutriente. Alrededor del 25% total del potasio en algodón se exporta del campo con la producción de semillas y fibra, la parte restante se devuelve con los residuos del cultivo, mediante la incorporación al suelo (Cañarte *et al.* 2020).

#### **1.5.6.6. Deficiencia del Potasio (K)**

La carencia de potasio se manifiesta principalmente en las partes inferiores de la planta, antes de extenderse a toda la estructura vegetativa. Los síntomas de la carencia "tradicional" de potasio se producen antes de la floración, y sus síntomas son similares a la carencia de potasio en otras especies de hoja ancha. Hay que hacer énfasis en que existe la posible presencia de síntomas después del pico de floración o al final del ciclo (Sión 2020).

Los síntomas de la deficiencia temprana de potasio se manifiestan en clorosis intervenal o quemaduras del tejido foliar, desplazándose desde el área marginal al centro del limbo (Anexo 4). A su vez, se manifiesta con manchas neuróticas bien establecidas en la parte central de la hoja (Banchón 2018).

La deficiencia tardía de potasio en algodón, se presenta con clorosis y necrosis marginal en las hojas de edad media. En las zonas intervenales se podrá apreciar un tinte de tonalidad bronce a naranja, lo cual ocasiona pérdida irreversible del tejido foliar de las hojas afectadas (Gutiérrez *et al.* 2022).

Hay que hacer énfasis en que la deficiencia tardía, puede provocar la prematura caída de las hojas y provocar bellotas anormales, posteriormente, déficit en la calidad de la fibra producida. Es indispensable realizar un buen plan de fertilización para evitar daños por déficit nutricional (Cañarte *et al.* 2020).

La deficiencia tardía severa de potasio se presenta inicialmente en los márgenes, las hojas viejas se visualizarán con clorosis intervenales, usualmente si la deficiencia de potasio acontece después del pico en etapa de floración, la palidez intervenal será constante, empezando en la parte superior foliar, posteriormente se presentará bronceado y necrosado. A su vez, se podrá visualizar efectos en el limbo de la planta con coloración rojiza. Pigmentos morados se apreciarán en el área foliar y en los botones florales, las quemazones en los tejidos se volverán quebradizo para posteriormente caerse (Sión 2020).

Las etapas de mayor requerimiento del potasio en algodón son durante la floración de 60 a 80 días después de la siembra. Se recomienda los siguientes fertilizantes para aplicaciones edáficas: sulfato de potasio, nitrato de potasio y tiosulfato de potasio. Para aplicaciones de fertilizantes foliares se aconseja el uso de nitrato de potasio aplicados en el 2do o 3er riego complementario y los granulados en la siembra del cultivo (Banchón 2021).

#### **1.5.6.7. Función del Magnesio (Mg)**

El magnesio es uno de los elementos de fundamental importancia en el cultivo algodonero, aporta uniformidad al desarrollo vegetativo del cultivo e incrementos a la producción (Gutiérrez *et al.* 2022).

Es un elemento nutricional de fácil afluencia para la planta, por ende, se transporta de manera ascendente, y esto es un factor fundamental en las aplicaciones foliares, las cuales no van a tener efecto si solo se aplica en las hojas nuevas (Cañarte *et al.* 2020).

Una de las principales funciones del magnesio está relacionada con la composición de los átomos centrales de la molécula de clorofila, tanto el cloroplasto como el citoplasma cooperan en la regulación del equilibrio electroquímico y del valor del pH. Este equilibrio es la base para el desarrollo de las proteínas. Y la actividad enzimática de las células aumentará la fotosíntesis en la medida en que el suelo y las plantas de algodón contribuyan de manera efectiva (Sión 2020).

#### **1.5.6.8. Deficiencia del Magnesio (Mg)**

La deficiencia de magnesio al igual que la de potasio, produce clorosis intervenal. No obstante, la deficiencia de magnesio muestra venas de tonalidad verdes contrastando el tejido clorótico (Anexo 5), a diferencia de la deficiencia de potasio, la cual ocasiona difusión entre los colores del síntoma (Banchón 2021).

La deficiencia severa de magnesio se muestra en, clorosis intervenal, los primeros signos de deficiencia contrastan fuertemente en hojas adultas, cuando hay una deficiencia grave, las hojas presentan un moteado marrón rojizo en el limbo y necrosis marginal. Las hojas viejas procederán a secarse e inclinarse al igual que los botones. Las plantas cultivadas en el campo pueden tener una decoloración intervenal aún más roja (Cañarte *et al.* 2020).

#### **1.5.6.9. Función del azufre (S)**

El azufre es un nutriente vital para la fertilización en algodón, y su uso es fundamental para el desarrollo del cultivo. Aportando incrementos en la producción y mayores porcentajes de maduración a corto tiempo (Icaza 2022).

El azufre es un nutriente fundamental, incluso está vigente en todos los aminoácidos esenciales (cisteína, metionina), vitaminas y enzimas (coenzima A) y en los elementos volátiles (isotiocianatos, sulfóxidos) los cuales son, responsable de ciertos olores particulares de muchas especies vegetales, y es un activador de un gran número de enzimas, especialmente las proteolíticas como la papaína. El azufre en su forma no reducida es un componente de los sulfolípidos, que forman las membranas celulares, las cuales están involucradas en el transporte de iones (Sión 2020).

Las plantas toman azufre como sulfato en porciones diminutas y lo transportan por la vía del xilema, dentro de la planta debe reducirse para ser incorporado de manera estable en los diferentes aminoácidos y proteínas, las plantas requieren cantidades similares al fósforo para realizar todos los procesos fisiológicos de manera oportuna (Gutiérrez *et al.* 2022).

#### **1.5.6.10. Deficiencia del azufre (S)**

El síntoma de la deficiencia de azufre en algodón se puede visualizar de la siguiente manera:

Los signos de la falta de azufre se manifiestan en la parte foliar de la planta, es decir, en las hojas más jóvenes, las cuales se tornan de tonalidad verde pálida o amarillenta. Otro síntoma es la conservación de la tonalidad verde en las zonas intervenales de la hoja cuando la deficiencia es aguda, también se tornan con clorosis (Anexo 6). El tamaño de la planta como el de las hojas se reducen con ramas escasas y pequeñas cápsulas (Cañarte *et al.* 2020).

Cabe recalcar que, la deficiencia de azufre al igual que la de nitrógeno, se ven similares, puesto que, ambas presentan clorosis en las hojas con la diferencia de que el déficit de nitrógeno se presenta en las hojas viejas (Sión 2020).

#### **1.5.6.11. Función del Calcio (Ca)**

En algodón, el calcio es un elemento fundamental y cumple funciones trascendentales en los procesos fisiológicos del mismo, su uso debe ser específicamente aplicado en las proporciones que la planta lo requiera (Icaza 2022).

Es parte esencial de la estructura de la pared celular, lo cual es asimilado por las plantas en manera de cationes divalentes, y se considera un componente bastante inmóvil. Está presente en concentraciones muy bajas en los tejidos del cultivo, especialmente en zonas de crecimiento activo (zonas de punta, raíz y meristemo) donde es indispensable para la formación de la capa media de la pared celular y el mantenimiento de la integridad de las membranas biológicas (Banchón 2021).

Los portantes de pectatos de calcio cumplen funciones específicas en la pared celular, la cual aporta importantes beneficios y resistencia al ataque de hongos o patógenos perjudiciales para la planta (Gutiérrez *et al.* 2022).

### 1.5.6.12. Deficiencia del Calcio (Ca)

La deficiencia de dicho nutriente se manifiesta en las hojas nuevas, mostrando reducción de las mismas, clorosis de tonalidad verde clara se manifestarán de manera uniforme en todo el limbo de la hoja afectada (Sión 2020).

La falta de dicho nutriente provoca el inminente retraso del desarrollo en las primeras hojas, acompañado con atrofia y deterioro de las yemas terminales, caída exagerada de la estructura fructífera o escasa fructificación (Anexo 7), por tanto, merma inminente de la productividad del cultivo (Banchón 2020).

### 1.5.7. Formas eficientes de fertilización en la producción de Algodón

El análisis de suelo, es una técnica precisa que une diversos métodos analíticos con sus respectivas extracciones, básicamente remueve los nutrientes esenciales del suelo (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre) y mide su disponibilidad para la planta. El análisis de suelo también mide el pH del mismo, el cual está relacionado con la disponibilidad de nutrientes (Icaza 2022).

En el cantón Tosagua perteneciente a la provincia de Manabí, se realizó un análisis de suelo antes de establecer un programa de fertilización en algodón, en el cual, se pudo apreciar los porcentajes de materia orgánica y carencia nutricional que existía en dicho suelo, por ende, se pudo realizar un adecuado plan de fertilización, cuya finalidad fue solventar las carencias que existían en dicho suelo, a fin de aplicar de manera adecuada los nutrientes que el algodón requiere en las dosis necesarias (Sión 2020).

Resultado de análisis de suelo			Fertilización recomendada kg/ha		
M.O (%)	P(ppm)	K(meq/100g)	N	P2 O5	K2 O
<1.5	<15	<0.20	90-120	40-60	60-90
1.5-2.5	15-30	0.20-0.40	70-90	20-40	45-70
>2.5	>30	<0.40	40-60	0-20	0-30

**Figura 1.** Análisis de suelo y la recomendación, Zambrano (2022).

### **1.5.8. Fertilización según la etapa del cultivo de algodón**

#### **1.5.8.1. En el momento de la siembra:**

Es indispensable para realizar una fertilización adecuada aplicar los nutrientes en conformidad con el análisis de suelo, para así, implementar los elementos que la planta requiere en las proporciones adecuadas. Todo el fósforo, azufre y nutrientes que necesita la planta se deben aplicar con sembradora de fertilizantes de acuerdo al requerimiento del cultivo. Se recomienda seleccionar las fuentes de: fosfato tricalcio “rocas”, en suelos ácidos y los fosfatos monocálcicos “SFT” o monoamóniacos en los neutros o ligeramente alcalinos (Sión 2020).

#### **1.5.8.2. Establecimiento o estado de plántulas**

En esta etapa fenológica la planta manifiesta en promedio dos hojas verdaderas a los 20 días después de la germinación”. Se aconseja la implementación de 1/3 del nitrógeno como urea si el pH del suelo es ácido, y sulfato de amonio si es alcalino, con un 30% de la dosificación de potasio, como fuente el cloruro de potasio en suelos que no presenten problemas de sales o sulfato de potasio cuando el suelo tenga déficit de azufre. Es indispensable realizar las aplicaciones de cualquier fertilizante en conformidad con un análisis de suelo (Cañarte *et al.* 2020).

#### **1.5.8.3. Formación de botones florales**

Es indispensable conocer que el algodón empieza la fase de formación de botones florales, alrededor del día 40, por lo tanto, se debe ejecutar la segunda dosis de nitrógeno y el resto del potasio para fomentar la acumulación de materia seca e impulsar la calidad de la fibra del algodón. Los fertilizantes recomendados en dicha etapa son: urea, sulfato de amonio y sulfato de potasio, sus dosis deben ser en conformidad al análisis de suelo, y cabe recalcar que las dosis deben ser adecuadas para no generar estrés o daños al suelo (Banchón 2021).

#### **1.5.8.4. Inicio de floración**

La etapa de floración empieza a los 65 días después de la siembra, por consiguiente, es conveniente aplicar una dosis adicional de nitrógeno y potasio en suelos de textura ligera, especialmente en aquellos con niveles muy deficientes de materia orgánica para mejorar el llenado de cápsulas y aumentar la productividad del cultivo. Los productos recomendados en dicha etapa son: nitrato de amonio y sulfato de potasio (Sión 2020).

#### **1.5.8.4. Aplicación de abonos foliares**

Es la aplicación de elementos nutricionales más efectiva, especialmente cuando hacemos referencia a elementos menores como el cobre, hierro o zinc, por vía foliar. En algunos casos es indispensable realizar aplicaciones foliares con nutrientes mayores como el nitrógeno, fósforo, potasio, con la finalidad de reforzar la fertilización edáfica (Cañarte *et al.* 2020).

Fertilizantes foliares recomendados en algodón, Según Zambrano (2022).

- **1er aplicación:** algas marinas con fuentes ricas en Fe+Zn
- **2da aplicación:** Bioestimulantes para fomentar el desarrollo de raíces con fuentes de Calcio + boro
- **3er aplicación:** bioestimulantes para el desarrollo de ramas fruteras e impulsar la producción de botones florales con adición de micro elementos.
- **4ta aplicación:** Bioestimulante con fuentes ricas en calcio y boro.

#### **1.5.9. Cultivos sucesivos y de alto rendimiento**

Es fundamental para establecer un cultivo de alto rendimiento, conocer la historia del suelo, en vista de que, es muy habitual descubrir que en los suelos al pasar de los años han sido fertilizados mediante técnicas inapropiadas, lo cual ha causado en algunos casos daños irreversibles al suelo. Por tal motivo, es crucial para tener altos estándares en rentabilidad, realizar un análisis de suelo

previo a la siembra para poder conocer la realidad nutricional que se encuentra en dicho suelo, con el fin de ejecutar correcciones apropiadas mediante técnicas de fertilización según las necesidades y etapas del cultivo (Sión 2020).

Un aspecto importante en el manejo de cultivos de alto rendimiento, es llevar un adecuado plan de fertilización de manera equilibrada, si se tiene presente que existe antagonismo o sinergia en los nutrientes, de tal forma que, es fundamental conocer las relaciones específicas de los elementos que se encuentran en el suelo, es decir, que si existe un nutriente cuyas proporciones son exageradas, no permitirá la asimilación de otro, por ende, provocaría bajas significativas en el desarrollo vegetativo de la planta (Cañarte *et al.* 2020).

## **1.6. Hipótesis**

Ho= No es de vital importancia conocer sobre los macronutrientes y sus efectos en el cultivo de algodón.

Ha= Es de vital importancia conocer sobre los macronutrientes y sus efectos en el cultivo de algodón.

## **1.7. Metodología de la investigación.**

El desarrollo del presente trabajo está enfocado en una investigación descriptiva, por lo cual, se llevó a cabo una profunda recopilación de textos, revistas, bibliotecas virtuales y artículos científicos, con la finalidad de profundizar en cada uno de los temas relevantes, de modo que, se pudo lograr un incremento notable en la estructura del documento en cuestión.

La presente investigación fue parafraseada, simplificada y sometida a un estudio en la cual se analizó los principios elementales, y la trascendencia de los macronutrientes y sus efectos en la fertilización del cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum L.*) en Ecuador.

## **CAPITULO II RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1. Desarrollo del caso**

La finalidad de este trabajo de investigación fue determinar la importancia de los macronutrientes, sus efectos y su adecuado manejo en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum L.*) en Ecuador.

### **2.2. Situaciones detectadas**

Los macronutrientes son elementos de vital importancia, los cuales se requieren en mayores proporciones para todos los procesos metabólicos de desarrollo y productividad del cultivo algodonero, por ende, la importancia de conocer todos los beneficios y los efectos de dichos nutrientes para obtener mayores estándares en la calidad de la fibra. Los requerimientos nutricionales para establecer un adecuado manejo técnico en los planes de fertilización, deben estar basados en un análisis de suelo previo a la siembra del cultivo.

Los micronutrientes son los elementos que se necesitan en menores proporciones, a pesar de ello, es fundamental involucrarlos en los planes de fertilización del cultivo, sus beneficios son trascendentales en los procesos metabólicos del algodón.

Es indispensable en la nutrición del cultivo de algodón, la complementación de la fertilización foliar y la edáfica para impulsar de manera exponencial la producción y la calidad de la fibra del algodón.

Hay que tener en cuenta que la fertilización mediante técnicas foliares o edáfica, deben realizarse de manera controlada y precisa para no causar daños medio ambientales al suelo o al mismo cultivo, en vista de que, el exceso de fertilizantes puede causar daños irreversibles, tanto como al suelo o la productividad del algodón.

### **2.3. Soluciones planteadas**

Es importante concientizar, en la ejecución de adecuadas dosificaciones antes de realizar la fertilización en el cultivo de algodón, debido a que, por muchos años en Ecuador se ha fertilizado de forma inadecuada y desmesurada, por tal razón, es importante realizar un análisis de suelo antes de establecer un programa de fertilización en el cultivo. A su vez, es necesario enfatizar en la importancia de los micronutrientes y sus beneficios, a fin de alcanzar los estándares requeridos para una mayor productividad del cultivo.

### **2.4. Conclusiones**

Por lo anteriormente detallado se concluye:

- Los macronutrientes son los elementos nutricionales de vital importancia para todos los procesos metabólicos del cultivo de algodón.
- Las condiciones edafoclimáticas son factores importantes para que el cultivo pueda desarrollarse en todos sus procesos fisiológicos y bioquímicos.
- Hay que considerar los valores de pH en el suelo antes de realizar cualquier tipo de programa de fertilización en el cultivo
- El nitrógeno es vital para todas las etapas vegetativas del cultivo de algodón. Sin embargo, el momento de mayor requerimiento del nutriente es en la etapa inicial del cultivo.
- Los principales beneficios del fósforo parten desde el óptimo desarrollo radicular, impulsa el rendimiento del cultivo y la aceleración del cuajado y la maduración.
- El potasio aporta ventajas significativas en el rendimiento del cultivo, impulsa la maduración de la fibra y acorta la senescencia prematura, y aporta a la planta resistencia a enfermedades.
- Una de las principales funciones del magnesio está relacionada con la composición de los átomos centrales de la molécula de clorofila. Tanto el cloroplasto como el citoplasma cooperan en la regulación del equilibrio electroquímico y del valor del pH.

- El azufre en su forma no reducida es un componente de los sulfolípidos, que forman las membranas celulares, las cuales están involucradas en el transporte de iones.
- El calcio es parte esencial de la estructura de la pared celular, por tal motivo, es asimilado por las plantas en manera de cationes divalentes, y se considera un componente bastante inmóvil.
- La forma más adecuada para fertilizar el cultivo de algodón con macronutrientes, es mediante técnicas de fertilización edáfica, no obstante, para corrección o deficiencias, la técnica de fertilización foliar es la más adecuada.
- Es importante tomar en cuenta a los micronutrientes en los planes de fertilización, a pesar de que dichos nutrientes sean requeridos en pequeñas proporciones, su importancia es vital en el desarrollo del cultivo.

## **2.5. Recomendaciones**

Por lo consiguiente se recomienda:

- Realizar un análisis de suelo antes de ejecutar un programa de fertilización, con la finalidad de mejorar el rendimiento en potencia del cultivo de algodón.
- Establecer programas de fertilización con macronutrientes y micronutrientes adecuadamente en las etapas recomendadas del cultivo.
- Utilizar técnicas de fertilización foliar y edáfica de manera complementadas en todas las etapas de requerimiento nutricional en el cultivo de algodón.

## BIBLIOGRAFIAS

- Alava, G., Peralta, X., Pino, M. 2021. Análisis de la aplicación de principios agroecológicos en la provincia de Azuay, Ecuador (en línea) (En accepted: 2021-04-20t21:04:15z). . Consultado 15 may 2023. Disponible en <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/17048>. 12-15.
- Alvarado, C., Díaz, L., Cañarte, E., Sanchez, F. 2021. Determinación de la época y dosis de aplicación del Cloruro de Mepiquat en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) (en línea) (En accepted: 2023-04-11t15:17:31z). . Consultado 15 may 2023. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5992>. 9 p.
- Arévalo, N. 2020. Efecto de la materia orgánica y el azotobacter S.P. en el suelo y el rendimiento de algodón de color *Gossypium barbadense* L. en el fundo Los Pichones Tacna-2013 (en línea) (En accepted: 2019-05-10t20:13:50z). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann . Consultado 15 may 2023. Disponible en <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3512>. 15-18.
- Banchón, M. 2021. Fibra de polvo de algodón y su repercusión en la salud (en línea). Thesis. s.l., Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Médicas. Carrera de Tecnología Médica. . Consultado 15 may 2023. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/50960>. 16-17.
- Brando, A. 2020. El uso de defoliantes en el cultivo de algodón (en línea) (En accepted: 2015-09-02t17:01:53z). . Consultado 15 may 2023. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2013>. 12-15.
- Cañarte, E., Sotelo, R., Navarrete, J. 2020. Generación de tecnologías para incrementar la productividad del algodón *Gossypium hirsutum* L. en Manabí, Ecuador (en línea) (En accepted: 2020-05-05t21:29:37z). . Consultado 15 may 2023. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5502>. 6 p.

- Castro, C. 2022. Estudio comparativo de siete variedades comerciales de algodón (*Gossypium* sp.) en varias zonas del Litoral ecuatoriano (en línea) (En accepted: 2016-10-21t15:13:42z). . Consultado 15 may 2023. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3429>. 8 p.
- Díaz, J., Quila, K., Zambrano, F., Bravo, R. 2022. EFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE ALGODÓN (*GOSSYPIUM HIRSUTUM*). *Biotempo* 19(2):291-301. DOI: <https://doi.org/10.31381/biotempo.v19i2.5252>. 14-16.
- Estigarribia, O., Pino, P. 2019. EFECTO DE LA COMPETENCIA DE MALEZAS Y LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum* L.) VAR. COODETEC 405. *Investigación Agraria* 10(2): 21-28.
- Gavilanes, F., Suárez-Duque, D., Peñarrieta-Bravo, S., Sotelo-Proano, A. 2022. Manejo sostenible del algodón: aportes desde la academia para la agricultura familiar campesina del Ecuador (en línea). s.l., s.e. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Freddy-Zambrano-Gavilanes/publication/363662667\\_Manejo\\_sostenible\\_del\\_algodon\\_aportes\\_desde\\_la\\_academia\\_para\\_la\\_agricultura\\_familiar\\_campesina\\_del\\_Ecuador/links/6328aedd70cc936cd31dba0a/Manejo-sostenible-del-algodon-aportes-desde-la-academia-para-la-agricultura-familiar-campesina-del-Ecuador.pdf#page=61](https://www.researchgate.net/profile/Freddy-Zambrano-Gavilanes/publication/363662667_Manejo_sostenible_del_algodon_aportes_desde_la_academia_para_la_agricultura_familiar_campesina_del_Ecuador/links/6328aedd70cc936cd31dba0a/Manejo-sostenible-del-algodon-aportes-desde-la-academia-para-la-agricultura-familiar-campesina-del-Ecuador.pdf#page=61). 14-17.
- Gutiérrez, M., Trujillo, B., Pérez, D., Márques, A., Pacheco, W. 2022. Colecta y rescate del conocimiento local de algodones nativos en las costas de Ecuador. *Agronomía Tropical* 59(1): 59-71. ISSN 0002-192X.
- Icaza, M. 2022. “Manejo agronómico del cultivo de algodón (*Gossypium barbadense* L.)”. (en línea). bachelorThesis. s.l., BABAHOYO: UTB, 2022. . Consultado 15 may 2023. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11316>. 7-9.

- Owen, E., Suárez, J., Sánchez, L. 2020. Efecto del aluminio en el desarrollo del algodónero (*Gossypium Hirsutum* L.) en el Departamento del Meta. (En accepted: 2018-09-08t17:24:49z). Revista ICA 13(2): 229-237.
- Paredes, D. 2020. Fertilizantes de liberación controlada: una alternativa en cultivos de ciclo corto (en línea) (En accepted: 2014-12-10t22:53:16z). . Consultado 15 may 2023. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2866>. 22-25.
- Sanchez, I. 2020. Guía breve para el cultivo de algodón (en línea) (En accepted: 2015-09-01t21:10:19z). . Consultado 15 may 2023. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2004>. 13-17.
- Sión, F. 2021. Manual de cultivo de algodón (en línea) (En accepted: 2015-06-18t16:50:45z). . Consultado 15 may 2023. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1303>. 14-15.
- Sotelo, A., Navarrete Cedeño, J., Cañarte Bermúdez, E. 2020. Generación de tecnologías para incrementar La productividad del algodón *Gossypium hirsutum* L. en Manabí (en línea). s.l., Portoviejo, EC: Universidad Técnica de Manabí, 2020. Consultado 15 may 2023. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5592>. 25-28. ISSN: 2528-7737.
- Suarez, D., Díaz, F., Cañarte, E., Sanchez, F., Navarrete Cedeño, J., Zambrano Gavilanes, F., Peñarrieta Bravo, S., Sotelo Proaño, R. 2022. Manejo sostenible del algodón: aportes desde la academia para la agricultura familiar campesina del Ecuador (en línea). s.l., Portoviejo, EC: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 2022. Consultado 15 may 2023. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6000>. 7 p.
- Toro, J. 2020. Control de malezas en algodón (en línea) (En accepted: 2015-06-12t17:58:28z). . Consultado 15 may 2023. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1146>. 22-29.

Villacres, A. 2020. Estudio De Los Efectos Fenotipicos De Diferentes dosis de irradiaciones gamma co-60 En Tres Variedades De Algodón (Gossypium hirsutum L. ) Procedentes Del Ecuador (en línea). s.l., INIAP Archivo Historico. 190 p. Disponible en [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=0YkzAQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Gossypium+en+ecuador&ots=t\\_O-cHoFZX&sig=114f3-oLHWvzb4G3V5eAw4AwCEQ#v=onepage&q=Gossypium%20en%20ecuador&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=0YkzAQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Gossypium+en+ecuador&ots=t_O-cHoFZX&sig=114f3-oLHWvzb4G3V5eAw4AwCEQ#v=onepage&q=Gossypium%20en%20ecuador&f=false). 14-17.

Zambrano, F., Suárez-Duque, D., Peñarrieta-Bravo, S., Sotelo-Proaño, A. 2022. Manejo sostenible del algodón: aportes desde la academia para la agricultura familiar campesina del Ecuador (en línea). s.l., LETRA SABIA Servicios Editoriales. 106 p. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Freddy-Zambrano-Gavilanes/publication/363662667\\_Manejo\\_sostenible\\_del\\_algodon\\_aportes\\_desde\\_la\\_academia\\_para\\_la\\_agricultura\\_familiar\\_campesina\\_del\\_Ecuador/links/6328aedd70cc936cd31dba0a/Manejo-sostenible-del-algodon-aportes-desde-la-academia-para-la-agricultura-familiar-campesina-del-Ecuador.pdf#page=61](https://www.researchgate.net/profile/Freddy-Zambrano-Gavilanes/publication/363662667_Manejo_sostenible_del_algodon_aportes_desde_la_academia_para_la_agricultura_familiar_campesina_del_Ecuador/links/6328aedd70cc936cd31dba0a/Manejo-sostenible-del-algodon-aportes-desde-la-academia-para-la-agricultura-familiar-campesina-del-Ecuador.pdf#page=61). 7 p.

Zambrano, Ó., Portalanza, D., Zambrano Gavilanes, F., Garcés-Fiallos, F. 2022. Efecto de una fertilización nitrogenada inorgánica y orgánica sobre la mancha foliar de Ramularia y la pudrición de cápsula en plantas de algodón (en línea). s.l., s.e. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Felipe-Rafael-Garces-Fiallos-2/publication/361176544\\_Efecto\\_de\\_una\\_fertilizacion\\_nitrogenada\\_sobre\\_la\\_mancha\\_foliar\\_de\\_Ramularia\\_y\\_la\\_pudricion\\_de\\_capsula\\_en plantas\\_de\\_algodon/links/62b0184423f3283e3af6ba0f/Efecto-de-una-fertilizacion-nitrogenada-inorganica-y-organica-sobre-la-mancha-foliar-de-Ramularia-y-la-pudricion-de-capsula-en-algodon.pdf#page=55](https://www.researchgate.net/profile/Felipe-Rafael-Garces-Fiallos-2/publication/361176544_Efecto_de_una_fertilizacion_nitrogenada_sobre_la_mancha_foliar_de_Ramularia_y_la_pudricion_de_capsula_en plantas_de_algodon/links/62b0184423f3283e3af6ba0f/Efecto-de-una-fertilizacion-nitrogenada-inorganica-y-organica-sobre-la-mancha-foliar-de-Ramularia-y-la-pudricion-de-capsula-en-algodon.pdf#page=55). 6p.

## ANEXOS



**Figura 2.** Deficiencia de Nitrógeno (N).



**Figura 3.** Deficiencia de Fosforo (P).



**Figura 4.** Deficiencia de Potasio (K).



**Figura 5.** Deficiencia de Magnesio (Mg).



**Figura 6.** Deficiencia de Azufre (S).



**Figura 7.** Deficiencia de Calcio (Ca).

PROGRAMA	Fertilización edáfica			Fertilización foliar			
	Fecha	Producto	Qq/ha	Fecha	Producto	Dosis/ bombada	Dosis/ha.
1er. Abonamiento	Siembra	Fosfato monoamónico	3				
		Sulpomag	2				
		Sulfato de amonio	2				
2do. Abonamiento 10-45 días	15 días	Urea	2				
				20 días	Prolifert	100 cc	1 lt
	30 días	Sulfato de amonio	4				
				35 días	Tecre 10-11-7	100 cc	1 lt
3do. Abonamiento 46-75 días	50 días	Fosfato mono amónico	3				
				55 días	Tacrement -L	50 cc	500 ml
	70 días	Muriato de potasio	2				
4to. Abonamiento 76-90 días				75 días	K-fol	50 cc	500 ml
				99 días	K-fol	50 cc	500 ml

**Figura 8.** Programa de fertilización para el cultivo de algodón.