



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente**

**Carrera de Agronomía**

**TEMA:**

**“VALIDACIÓN DE LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE MAÍZ SUAVE (*Zea mays L.*) VARIEDAD INIAP 111 EN DOS DENSIDADES DE SIEMBRA Y CINCO NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA GRANJA LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR”**

**Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.**

**AUTORES:**

Yessenia Yadira Cubi Real

Brayan Mauricio Vega Vasquez

**DIRECTORA:**

Ing. Sonia Fierro Borja Mg.

**GUARANDA-ECUADOR**

**2023**

**“VALIDACIÓN DE LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE MAÍZ SUAVE  
(*Zea mays L.*) VARIEDAD INIAP 111 EN DOS DENSIDADES DE  
SIEMBRA Y CINCO NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA  
EN LA GRANJA LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA  
BOLÍVAR”**

**REVISADO Y APROBADO POR:**



---

**ING. SONIA FIERRO BORJA Mg.**

**DIRECTORA**



---

**ING. DAVID RODRIGO SILVA GARCÍA Mg.**

**BIOMETRISTA**



---

**ING. HUGO VÁSQUEZ COLOMA PhD.**

**REDACCIÓN TÉCNICA**

**CERTIFICACIÓN DE LA AUTORÍA DEL PROYECTO DE  
INVESTIGACIÓN**



Nosotros Yessenia Yadira Cubi Real con CI: 1600749905 y Brayan Mauricio Vega Vasquez con CI: 0202150736 declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe no han sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

**YESSENIA CUBI REAL**  
**AUTORA**  
**CI: 1600749905**

**BRAYAN VEGA VASQUEZ**  
**AUTOR**  
**CI: 0202150736**

**ING. SONIA FIERRO BORJA Mg.**  
**DIRECTORA**  
**CI: 0201084712**

**ING. DAVID SILVA GARCÍA Mg.**  
**BIOMETRISTA**  
**CI: 0201600327**

**ING. HUGO VÁSQUEZ COLOMA PhD.**  
**REDACCIÓN TÉCNICA**  
**CI: 0200852523**



Factura: 001-002-000023021



20230203001D00053

**DILIGENCIA DE RECONOCIMIENTO DE FIRMAS N° 20230203001D00053**

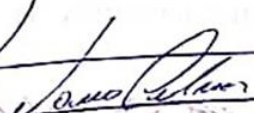
Ante mí, NOTARIO(A) GUSTAVO ANTONIO CHAVEZ CHIMBO de la NOTARÍA PRIMERA , comparece(n) BRAYAN MAURICIO VEGA VASQUEZ portador(a) de CÉDULA 0202150736 de nacionalidad ECUATORIANA, mayor(es) de edad, estado civil SOLTERO(A), domiciliado(a) en CHIMBO, POR SUS PROPIOS DERECHOS en calidad de COMPARECIENTE; YESSENIA YADIRA CUBI REAL portador(a) de CÉDULA 1600749905 de nacionalidad ECUATORIANA, mayor(es) de edad, estado civil SOLTERO(A), domiciliado(a) en PASTAZA, POR SUS PROPIOS DERECHOS en calidad de COMPARECIENTE; quien(es) declara(n) que la(s) firma(s) constante(s) en el documento que antecede CERTIFICACION DE LA AUTORIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACION, es(son) suya(s), la(s) misma(s) que usa(n) en todos sus actos públicos y privados, siendo en consecuencia auténtica(s), para constancia firma(n) conmigo en unidad de acto, de todo lo cual doy fe. La presente diligencia se realiza en ejercicio de la atribución que me confiere el numeral noveno del artículo dieciocho de la Ley Notarial -. El presente reconocimiento no se refiere al contenido del documento que antecede, sobre cuyo texto esta Notaria, no asume responsabilidad alguna. – Se archiva un original. CHIMBO, a 10 DE FEBRERO DEL 2023, (9:29).

  
 BRAYAN MAURICIO VEGA VASQUEZ  
 CÉDULA: 0202150736



  
 YESSENIA YADIRA CUBI REAL  
 CÉDULA: 1600749905



  
 NOTARIO(A) GUSTAVO ANTONIO CHAVEZ CHIMBO  
 NOTARÍA PRIMERA DEL CANTÓN CHIMBO





Lista de fuentes Bloques

Fuentes alternativas
<input type="checkbox"/> UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR_D125508851
<input type="checkbox"/> UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR_D1029471435
<input type="checkbox"/> UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR_D141995885
<input type="checkbox"/> UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR_D016205017
<input type="checkbox"/> UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR_D102917330
Unkund Demo Unit: DB452348

Documento [urkund.vega\\_cub...PROYECTO DE GRADO...pdf \(D151571361\)](#)

Presentado por nmonar@ueb.edu.ec

Recibido nmonar@ueb.edu.ec

Mensaje certificación [Mostrar el mensaje completo](#)

8% de estas 68 paginas, se componen de texto presente en 16 fuentes.

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera

de Agronomía TEMA: "VALIDACIÓN DE LA

RESPUESTA PRODUCTIVA DE MAÍZ SUAVE (Zea mays L.)

VARIEDAD INIAP 111 EN DOS DENSIDADES DE SIEMBRA Y CINCO NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN

LA GRANJA

LAGUACOTO III,


CANTÓN GUARANDA,

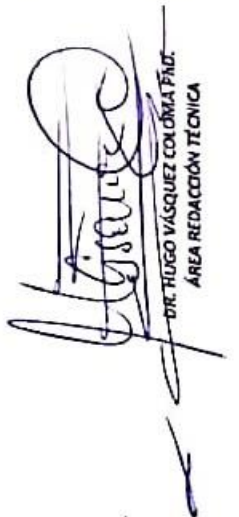
PROVINCIA BOLIVAR"

Proyecto de investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente,

Carrera

de Agronomía

  
 ING. SONIA FIERRO BORJA Mg.  
 DIRECTORA

  
 DR. HUGO VÁSQUEZ COLOMA FND.  
 ÁREA REDACCIÓN TÉCNICA

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo se lo dedico principalmente a Dios, por haberme dado la sabiduría, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis queridos padres Luis Gerardo Cubi Cubi y María Lola Real Quinte, quienes me han brindado confianza, me han enseñado a nunca rendirme, siendo ellos mi pilar fundamental de todo ese apoyo incondicional que me brindaron, Que con su esfuerzo y dedicación me han sacado adelante, para llegar a culminar con éxito esta carrera profesional. Gracias por todo son los mejores padres que Dios me pudo dar los quiero mucho.

A mis hermanas: Jessica, Nathaly y Shirley por ser las personas que me impulsaban a salir adelante a pesar de todas las adversidades, quienes me apoyaron incondicionalmente para culminar con esta formación académica y profesional.

De manera muy especial a mi Tía Norma Real quien es un gran ejemplo para mí, me ha brindado su apoyo, amor y consejos que han contribuido a formarme como persona.

Finalmente, al amor de mi vida Brayan Vega, y a toda mi familia y amigas por compartir momentos importantes conmigo y por estar siempre dispuesto a escucharme y ayudarme en todo momento.

**Yadira Cubi**

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo investigativo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre Olga Janeth Vásquez Barcenas por darme la vida y enseñarme a ser valiente, luchador y perseverante ya que gracias a ella y sus valores me he formado como ser humano y ahora como profesional siendo un pilar fundamental y el más importante en mi vida, por brindarme siempre cariño, amor, consejos y principalmente por apoyo incondicional, guiándome siempre por un buen camino, con valores, principios y que no debo de dejarme vencer por cualquier obstáculo que se me presente en la vida, hasta el último día que estuvo a mi lado y ahora desde el cielo se convirtió en mi ángel que seguirá cuidándome y guiándome por el camino del bien gracias por todo es la mejor madre que Dios me pudo dar, la quiero y la extraño mucho. Siendo la mejor guía para conseguir todos mis logros en la vida.

A mi tía Yolanda, mi hermano Alexis y hermana Leydi por ser siempre la que ha estado en los buenos y malos momentos de mi vida, por ser las personas que me impulsaban a salir adelante a pesar de todas las adversidades. Hoy que concluyo esta tarea muy difícil para mí les dedico a todos ustedes este logro, me siento orgulloso de haber sido parte de ustedes, a todos mis tíos y tías que siempre han venido pendientes de mí y de mi hermana por esa fuerza incondicional que siempre nos supieron brindar con la cual he podido concluir con mis estudios.

A mi novia Yadira ya que ha sido la persona que junto a mi ha venido pasando todo este duro y bonito proceso estudiantil, apoyándonos mutuamente a conseguir la meta propuesta.

**Brayan Vega**

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro más grande agradecimiento a Dios por darnos la salud en momentos de dificultad y debilidad a la Universidad Estatal de Bolívar en especial a nuestra Carrera de Agronomía, por abrirnos las puertas para poder formarnos como profesionales.

A nuestros padres, por su apoyo incondicional en todo momento ya que sin ellos no hubiera sido posible culminar nuestros estudios. A nuestros hermanos/as por quienes nos han dado su apoyo incondicional y desinteresado para alcanzar nuestras metas. A nuestros familiares y amigos más cercanos por el apoyo incondicional para lograr esta gran meta de nuestras vidas.

A nuestra directora de proyecto de investigación Ing. Sonia Fierro Borja Mg. por su amistad, por colaborarnos en nuestra formación, por compartir su saber y sus conocimientos brindados, por la paciencia y la confianza puesta en nosotros, gracias a esto se logró realizar esta investigación.

A nuestro biometrista y coordinador del programa de semillas de la UEB, Ing. David Silva nuestra más sincera gratitud por ser el principal colaborador durante todo este proceso quien con sus conocimientos, experiencia, amistad, apoyo, paciencia y siendo un ejemplo de vida, dedicando todo su tiempo y trabajo a todas las actividades presentes, colaborando en todo este proceso de investigación ha logrado que podamos culminar este proyecto.

Al Dr. Hugo Vásquez Coloma en el área de Redacción Técnica, quien, con su apoyo, dedicación y su colaboración hizo posible culminar con este proceso de Titulación.

A todos nuestros amigos, compañeros y futuros colegas: Abigail, Rocío, Wendi, Paúl, con quienes hemos compartido momentos buenos y malos dentro y fuera de las aulas, formando así una parte de nuestras vidas gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad los recordaremos siempre.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
CAPÍTULO I .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA .....	3
CAPÍTULO II .....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Origen .....	4
2.2. Taxonómica .....	4
2.3. Descripción botánica del maíz.....	5
2.3.1. Raíz .....	5
2.3.2. Tallo.....	5
2.3.3. Hojas .....	5
2.3.4. Flores .....	5
2.3.5. Fruto.....	6
2.4. Características genéticas.....	6
2.4.1. Una línea.....	6
2.4.2. Variedad.....	6
2.5. Variedad INIAP-111.....	7
2.5.1. Origen .....	7
2.5.2. Variedad INIAP-111 Guagal Mejorado.....	8
2.5.3. Características principales .....	8
2.5.4. Características importantes de la variedad de maíz INIAP-111 Guagal mejorado.....	8
2.5.5. Importancia .....	9
2.5.6. Importancia económica.....	9

2.6. Usos del maíz.....	9
2.7. Sistema de cultivo.....	10
2.8. Sistemas de producción .....	10
2.9. Densidad de siembra.....	11
2.9.1. Beneficios de la densidad óptima al sembrar.....	11
2.9.2. Efecto de la densidad de siembra en las demandas nutricionales del cultivo.....	12
2.9.3. Efecto de la densidad de siembra en los rendimientos y calidad de los cultivos. ....	12
2.9.4. Efecto de la densidad de siembra sobre las plagas y enfermedades: ....	13
2.9.5. Efecto de la densidad de siembra de maíz en la proliferación de maleza .....	14
2.9.6. Sistemas de cultivos.....	14
2.10. Manejo agronómico del cultivo.....	15
2.10.1. Preparación del terreno .....	15
2.10.2. Surcada.....	15
2.10.3. Época de siembra .....	16
2.10.4. Densidad de siembra .....	16
2.10.5. Raleo .....	16
2.10.6. Rascadillo.....	16
2.10.7. Aporque .....	17
2.10.8. Riego.....	17
2.10.9. Fertilización .....	17
2.10.10. Control de malezas.....	17
2.10.11. Plagas .....	18
2.10.12. Control fitosanitario de plagas .....	20
2.10.13. Enfermedades.....	21

2.10.14. Cosecha .....	22
2.10.15. Selección y desgrane .....	22
2.10.16. Comercialización .....	23
2.11. Fertilización .....	23
2.11.1. Forma y época de aplicación del fertilizante .....	23
2.12. Nitrógeno .....	24
2.12.1. Ciclo del nitrógeno.....	24
2.12.2. Fijación del nitrógeno .....	25
2.12.3. Formas de nitrógeno en el suelo .....	26
2.12.4. Forma en que se encuentra los fertilizantes nitrogenados .....	27
2.12.5. Retención del nitrógeno iónico en el suelo .....	27
2.12.6. Formas de absorción del nitrógeno por las plantas.....	28
2.12.7. Influencia del nitrógeno en el maíz.....	29
2.12.8. Funciones del nitrógeno en la planta de maíz.....	29
2.12.9. Aspectos relevantes del nitrógeno en la planta .....	29
2.12.10. Requerimiento del nitrógeno en el maíz .....	30
2.12.11. Importancia del nitrógeno en la nutrición del maíz .....	30
2.12.12. Deficiencias y excesos del nitrógeno en la planta .....	31
2.12.13. Urea.....	33
2.12.14. Nitrato de potasio.....	34
2.12.15. Nitrógeno mineral disponible .....	35
2.12.16. Fertilización nitrogenada .....	36
2.13. Abonos orgánicos .....	36
2.13.1. Abonaza .....	37
2.13.2. Características:.....	38
2.13.3. Composición:.....	38

2.14. Requerimientos edafoclimáticos.....	39
2.14.1. Suelo .....	39
2.14.2. Temperatura .....	40
2.14.3. Clima.....	41
2.14.4. Agua.....	41
2.14.5. Capacidad de retención de agua.....	42
2.14.6. Aireación.....	42
2.14.7. Radiación solar .....	42
CAPÍTULO III .....	43
3. MARCO METODOLÓGICO .....	43
3.1. Materiales .....	43
3.1.1. Localización de la investigación.....	43
3.1.2. Situación geográfica y climática.....	43
3.2. Zona de vida .....	43
3.3. Material experimental.....	43
3.4. Material de campo .....	44
3.5. Materiales de oficina.....	44
3.6. Métodos .....	44
3.6.1. Factores en estudio.....	44
3.6.2. Tratamientos .....	45
3.6.3. Tipo de diseño experimental o estadístico .....	45
3.6.4. Procedimiento .....	45
3.6.5. Tipos de análisis.....	46
3.7. Métodos de evaluación y datos tomados .....	46
3.7.1. Porcentaje de emergencia (PE).....	46
3.7.2. Días a la floración masculina (DFM) .....	47

3.7.3.	Días a la floración femenina (DFF) .....	47
3.7.4.	Días a la cosecha en choclo (DCCH).....	47
3.7.5.	Altura de planta (AP) .....	47
3.7.6.	Altura de inserción a la mazorca (AIM) .....	47
3.7.7.	Diámetro del tallo (DT) .....	47
3.7.8.	Días a la cosecha en seco (DCS) .....	47
3.7.9.	Porcentaje de acame de raíz (PAR) .....	48
3.7.10.	Porcentaje de acame de tallo (PAT) .....	48
3.7.11.	Número de plantas con mazorca (NPCM) .....	48
3.7.12.	Porcentaje de plantas sin mazorca (PPSM) .....	48
3.7.13.	Porcentaje de plantas con dos mazorcas (PPCDM).....	48
3.7.14.	Longitud de la mazorca (LM).....	48
3.7.15.	Diámetro de mazorca (DM).....	48
3.7.16.	Cobertura de mazorca (CM) .....	49
3.7.17.	Sanidad de mazorca (SM).....	49
3.7.18.	Rendimiento de maíz en Kg/parcela (RM Kg/P).....	49
3.7.19.	Rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad (RH).....	49
3.7.20.	Porcentaje de desgrane (D).....	50
3.7.21.	Contenido de humedad del grano (CHG) .....	50
3.7.22.	Rendimiento de choclo en Sacos/ha (RCH) .....	50
3.7.23.	Tamaño del grano (TG) .....	51
3.7.24.	Registro de costos de producción (RCP) .....	51
3.8.	Manejo del experimento en el campo.....	51
3.8.1.	Análisis físico químicos del suelo.....	51
3.8.2.	Preparación del suelo .....	51
3.8.4.	Siembra .....	52

3.8.6. Fertilización .....	52
3.8.7. Control de malezas.....	53
3.8.8. Control de plagas .....	53
3.8.9. Cosecha.....	53
3.8.10. Desgrane .....	53
3.8.11. Secado y limpieza .....	53
3.8.12. Clasificación .....	54
3.8.13. Almacenamiento .....	54
CAPÍTULO IV .....	55
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
4.1. Variables agronómicas para el factor A (Niveles de fertilización nitrogenada) y prueba de Tukey al 5%.....	55
4.2. Factor A: Niveles de fertilización nitrogenada- Análisis y discusión .....	58
4.3. Interacción de factores (AxB): Niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra .....	70
4.4. Análisis económico.....	89
4.5. Comprobación de hipótesis .....	92
4.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	93
4.6.1. Conclusiones.....	93
4.6.2. Recomendaciones .....	94
BIBLIOGRAFÍA .....	95
ANEXOS	



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N.º</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
N.º 1.	Clasificación botánica de maíz.....	4
N.º 2.	Características importantes .....	8
N.º 3.	Requerimientos del cultivo de maíz .....	23
N.º 4.	Forma en que se encuentra los fertilizantes nitrogenados.....	27
N.º 5.	Composición del Nitrato de Amonio .....	33
N.º 6.	Propiedades físico - químicas de la Urea .....	34
N.º 7.	Composición de Eco bonaza .....	38
N.º 8.	Resultados estadísticos del factor A (Niveles de fertilización nitrogenada) y prueba de Tukey al 5%.....	56
N.º 9.	Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios en la interacción de factores Ax B (Niveles de fertilización nitrogenada por densidades de siembra) .....	70
N.º10.	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) que presentaron una significancia negativa y positiva con el rendimiento (Y). .....	85
N.º11.	Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP). Cultivo: maíz suave en seco variedad INIAP 111. Laguacoto, Guaranda. 2022.....	89

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N.º</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
<b>N.º 1.</b>	Promedios para la variable Días a la floración femenina para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.....	59
<b>N.º 2.</b>	Promedios a la variable Rendimiento de choclo en Kg/ha, en el factor A (Niveles de fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.....	60
<b>N.º 3.</b>	Promedios para la variable Altura de planta para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.....	61
<b>N.º 4.</b>	Promedios para la variable Altura de inserción de la mazorca para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.....	62
<b>N.º 5.</b>	Promedios para la variable Porcentaje de plantas con mazorca para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.....	63
<b>N.º 6.</b>	Promedios para la variable Porcentaje de plantas sin mazorca para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.....	64
<b>N.º 7.</b>	Promedios para la variable Longitud de la mazorca para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.....	65
<b>N.º 8.</b>	Promedios para la variable Sanidad de mazorca para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.....	66
<b>N.º 9.</b>	Promedios de la variable Desgrane para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.....	67
<b>N.º 10.</b>	Promedios a la variable Rendimiento de maíz en Kg/parcela y para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.....	68

<b>N.º 11.</b> Promedios a la variable Rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III. ....	69
<b>N.º 12.</b> Promedios de Días a la floración femenina en la interacción de factores (Niveles fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III. ....	72
<b>N.º 13.</b> Promedios de Días a la cosecha en choclo en la interacción de factores (Niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III. ....	73
<b>N.º 14.</b> Rendimiento de choclo en sacos/ha en la interacción de factores (Niveles fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III. ....	74
<b>N.º 15.</b> Promedios de Altura de planta en la interacción de factores (Niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III. ....	75
<b>N.º 16.</b> Promedios de la variable Diámetro de tallo en la interacción de factores (Niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III. ....	76
<b>N.º 17.</b> Promedios de la variable Días a la cosecha en seco en la interacción de factores (Niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III. ....	77
<b>N.º 18.</b> Promedios de variable Número de plantas con mazorca en la interacción de factores (Niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III. ....	78
<b>N.º 19.</b> Promedios de Porcentaje de plantas sin mazorca en la interacción de factores (Niveles fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III. ....	79
<b>N.º 20.</b> Promedios de longitud de mazorca en la interacción de factores (Niveles fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III. ....	80

<b>N.º 21.</b> Promedios de Diámetro de mazorca en la interacción de factores (Niveles fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III. ....	81
<b>N.º 22.</b> Promedios de Sanidad de mazorca en la interacción de factores (Niveles fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III. ....	82
<b>N.º 23.</b> Promedios de Contenido de humedad del grano en la interacción de factores (Niveles fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III. ....	83
<b>N.º 24.</b> Rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad en la interacción de factores (Niveles fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III. ....	84
<b>N.º 25.</b> Regresión lineal Altura de planta versus el Rendimiento de maíz seco en kg/ha. ....	87
<b>N.º 26.</b> Regresión lineal Días a la cosecha en choclo versus el Rendimiento de maíz seco en kg/ha.....	88
<b>N.º 27.</b> Regresión lineal Longitud de mazorca versus el Rendimiento de maíz seco en kg/ha. ....	88
<b>N.º 28.</b> Regresión lineal Diámetro del tallo versus el Rendimiento de maíz seco en kg/ha. ....	88

## ÍNDICE DE ANEXOS

### **Anexo N.º**

- N.º 1.** Mapa de ubicación de la investigación
- N.º 2.** Croquis de la investigación
- N.º 3.** Análisis de suelos
- N.º 4.** Base de datos general
- N.º 5.** Fotografías de la instalación, seguimientos y evaluación de la investigación
- N.º 6.** Glosario de términos

## RESUMEN Y SUMMARY

### RESUMEN

La validación de la respuesta productiva de maíz suave (*Zea mays L.*) variedad INIAP-111 en dos densidades de siembra y cinco niveles de fertilización nitrogenada se realizó en la localidad de Laguacoto III, perteneciente al cantón Guaranda, provincia de Bolívar-Ecuador. Los objetivos planteados en esta investigación fueron: I) Establecer el incremento de rendimiento al elevar la densidad de siembra de 44444 a 88888 plantas/ha. II) Determinar la dosis óptima de nitrógeno para la producción de maíz suave INIAP-111 en dos densidades de siembra. III) Establecer la eficiencia económica del cultivo de maíz suave, en las dos densidades de siembra y los cinco niveles de fertilización. El sitio estuvo ubicado a 2622 msnm, temperatura promedio de 14,4 °C, y una precipitación media de 780 mm. Se aplicó, un diseño de "Bloques Completos al Azar" (DBCA). El factor A: Niveles de fertilización nitrogenada, Factor B: Densidades de siembra. Los resultados más relevantes en esta investigación fueron: La respuesta productiva de los tratamientos evaluados fue diferente y dependió de la fertilización y las densidades de siembra. Los mayores rendimientos se obtuvieron en T8 (A4B2: 120 Kg/ha de N + 44444 p/ha); T7 (A4B1: 120 Kg/ha + 88888 p/ha) y T6 (A3B2: 80 Kg/ha + 44444 p/ha) con 7227,3 Kg/ha; 6601,7 Kg/ha y 5522 Kg/ha respectivamente; ubicándose en los primeros rangos de significancia y el más bajo rendimiento fue el T1 (A1B1: 0 Kg/ha + 88888 p/ha) con un promedio de 1735 Kg/ha y T2 (A1B2: 0 Kg/ha + 44444 p/ha) con un promedio de 2086,7 Kg/ha. Económicamente la mejor alternativa para el agricultor dentro de este cultivo registró el T8 con un rendimiento de 7227,29 kg/ha, a un costo de \$ 2361,28, un beneficio neto de \$ 5126,86 y una relación beneficio/costo de \$ 2,17 de ganancia por cada dólar invertido, constituyéndose en una alternativa tecnológica válida para los agricultores, dosificando las fertilizaciones, mejorando los rendimientos y disminuyendo los gastos incrementando los ingresos estimados y logrando así hacer al cultivo de maíz un cultivo rentable para los pequeños, medianos y grandes productores.

**Palabras claves:** Maíz, fertilización, nitrógeno, densidad, rendimiento.



## SUMMARY

The validation of the productive response of soft corn (*Zea mays L.*) variety INIAP-111 in two planting densities and five levels of nitrogen fertilization was carried out in the town of Laguacoto III, belonging to the Guaranda canton, province of Bolívar-Ecuador. The objectives set out in this research were: I) Establish the yield increase by raising the planting density from 44444 to 88888 plants/ha. II) Determine the optimal dose of nitrogen for the production of soft corn INIAP-111 in two planting densities. III) Establish the economic efficiency of the soft corn crop, in the two planting densities and the five levels of fertilization. The site was located at 2,622 masl, an average temperature of 14.4 °C, and an average rainfall of 780 mm. A "Randomized Complete Blocks" (DBCA) design was applied. Factor A: Nitrogen fertilization levels, Factor B: Planting densities. The most relevant results in this investigation were: The productive response of the evaluated treatments was different and depended on fertilization and planting densities. The highest yields were obtained in T8 (A4B2: 120 Kg/ha of N + 44444 p/ha); T7 (A4B1: 120 Kg/ha + 88888 p/ha) and T6 (A3B2: 80 Kg/ha + 44444 p/ha) with 7227.3 Kg/ha; 6601.7 Kg/ha and 5522 Kg/ha respectively; being located in the first ranges of significance and the lowest yield was T1 (A1B1: 0 Kg/ha + 88888 p/ha) with an average of 1735 Kg/ha and T2 (A1B2: 0 Kg/ha + 44444 p/ha ) with an average of 2086.7 Kg/ha. Economically, the best alternative for the farmer within this crop registered T8 with a yield of 7,227.29 kg/ha, at a cost of \$2,361.28, a net benefit of \$5,126.86 and a benefit/cost ratio of \$ 2.17 profit for each dollar invested, constituting a valid technological alternative for farmers, dosing fertilizations, improving yields and reducing expenses, increasing estimated income and thus making corn a profitable crop for small farmers, medium and large producers.

**Keywords:** Maize, fertilization, nitrogen, density, yield.

# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

La producción del maíz a nivel mundial equivale aproximadamente a 850 millones de toneladas en grano cultivados en una superficie de 162 millones de hectáreas, con 5,2 t/ha como promedio. (YARA, 2021)

La producción mundial del maíz suave se estima en 9,76 millones de toneladas alrededor del 50% de la producción se encuentra en dos países de América del Norte: Estados Unidos 4,10 y México 0,77 millones de toneladas seguido por Nigeria, Indonesia y Hungría que en conjunto representan el 17% de la producción mundial. El restante 33% lo comparten 45 países del orbe y entre ellos están la Zona Andina. (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. MAGAP. 2013)

En la sierra del Ecuador el cultivo de maíz, es uno de los más importantes debido a la superficie sembrada y al papel que cumple en la seguridad y soberanía alimentaria, al ser un componente básico de la dieta de la población rural. La superficie sembrada de maíz en las provincias de la sierra ecuatoriana para el año 2011 fue de 168486 ha (INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2011) y el consumo per cápita de maíz es alrededor de 14,50 kg/año. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura. FAO. 2017)

La producción nacional de maíz suave durante el año 2015 presentó una disminución en 1,8% comparado al año anterior, a pesar que se reportó un incremento en un 0,4% de la superficie cosechada. En cuanto al comercio exterior tanto las importaciones como las exportaciones disminuyeron durante este año, registrando valores de 269 y 360 Tm, respectivamente. (Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. SINAGAP, 2015)

En cuanto a las provincias que registraron la mayor producción, respecto al total nacional, durante el año 2015 fueron: Bolívar (30,8%), Pichincha (16,8%), Tungurahua (10,9%), Chimborazo (9,5%) y Cotopaxi (7,8%). Siendo además las cuatro primeras provincias las que presentaron rendimientos por encima de dos toneladas. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2017)

La provincia Bolívar es una de las de mayor importancia dentro de la producción de maíz suave blanco Guagal debido a su gran aceptación en el mercado nacional para el consumo en choclo y otros subproductos como el mote y harina. (Rosillo, F. 2013)

En la provincia Bolívar las zonas de producción de maíz suave se ubican entre los 2200 a 2950 m de altitud, en suelos con deficiencias de nitrógeno (N), fósforo (P), y azufre (S) principalmente y que están expuestos a procesos severos de erosión causada por el agua, viento y la inducida por el hombre debido a las prácticas inadecuadas en el uso y manejo de suelos de ladera. (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias – INIAP. 2009)

El escenario actual de la agricultura plantea alcanzar una competitividad positiva para generar dinámicas de rentabilidad en los sistemas de producción; y en el caso de maíz es mantener procesos sostenibles basados en el aprovechamiento racional y uso eficiente del suelo; generación de variedades con adaptación al cambio climático y la aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el manejo integral del cultivo. (Silva, D. 2018)

El nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales que más limita el rendimiento del maíz. Este macronutriente participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta. Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo, básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reducen la captación de la radiación fotosintéticamente activa. Las deficiencias de nitrógeno se evidencian por clorosis (amarillamiento) de las hojas más viejas. (Torres, M. 2016)

Los objetivos planteados en la presente investigación fueron:

- Establecer el incremento de rendimiento al elevar la densidad de siembra de 44444 a 88888 plantas/ha.
- Determinar la dosis óptima de nitrógeno para la producción de maíz suave INIAP-111 en dos densidades de siembra.
- Establecer la eficiencia económica del cultivo de maíz suave, en las dos densidades de siembra y los cinco niveles de fertilización.

## 1.2. PROBLEMA

Debido a los diferentes paquetes tecnológicos existentes en relación a los tipos de fertilizantes químicos en el cultivo de maíz INIAP-111, por un lado, son una alternativa de aplicación para el desarrollo del cultivo, pero sin embargo, el desconocimiento de los agricultores sobre las características físico, químicas, biológicas del suelo, dosis y épocas de aplicación de dichos insumos, hacen que causen desperdicios por volatilización, desarrollando actividades empíricamente lo que no les permite trabajar bajo un requerimiento real del cultivo, limitando la eficiencia química y agronómica de este importante cereal ocasionando grandes inversiones económicas y bajos rendimientos del cultivo.

Sumado a esto, uno de los problemas actuales es la erosión severa del suelo y su baja fertilidad, que es provocada por cultivos que no complementan los elementos minerales y extraen nutrientes durante el ciclo vegetativo de la planta, lo que hace relevante el uso de fertilizantes y especialmente el nitrógeno, que es uno de los elementos más esenciales y consumidos en el cultivo de maíz.

En la Provincia Bolívar la baja productividad se debe a la ineficiencia química y agronómica del nitrógeno, por el uso irracional de fertilizantes en cuanto a dosis, fuentes de N, épocas de aplicación, monocultivos intensivos y variedades utilizadas, lo que genera una gran pérdida del nitrógeno incorporado al suelo, conllevado a la contaminación de los acuíferos debido a la lixiviación de los nitratos y la emisión de gases a la atmósfera. Este problema es parte fundamental del calentamiento global y por ende del cambio climático.

Por ello, es necesario validar alternativas tecnológicas que permitan mejorar la producción actual de maíz en la zona, no sólo desde su productividad, sino desde su rentabilidad. Una de ellas es aplicar Nitrógeno hasta obtener el máximo retorno económico a la fertilización nitrogenada. Por lo tanto, la presente investigación contribuye a mejorar la producción de maíz sueve INIAP-111 y reducir gastos innecesarios, a través de la implementación del uso adecuado de las fuentes de fertilización nitrogenada y densidades de siembras.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Origen

El cultivo de maíz tuvo su origen, en América Central, ha sido parte de la alimentación de los pueblos desde las civilizaciones tan antiguas de América como los Olmecas y Teotihuacanos, hasta los Incas y Quechuas. El maíz al igual que otras 49 especies más, está ubicado en el centro - sur de México hasta la región media de Centroamérica, el primitivo Teocintle desde donde ha ido evolucionando hasta convertirse en una mazorca única por su volumen, forma y tamaño. (Serratos, J. 2012)

Aunque se ha dicho y escrito mucho acerca del origen del maíz, todavía hay discrepancias respecto a los detalles de su origen. Generalmente se considera que el maíz fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores hace 7000 y 10000 años. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos en México donde algunas pequeñas mazorcas de maíz estimadas en más de 5000 años de antigüedad fueron encontradas en cuevas de los habitantes primitivos (Paliwal, R. 2017)

#### 2.2. Taxonómica

**Cuadro N.º 1.** Clasificación botánica de maíz

<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>División</b>	Angiospermae
<b>Orden</b>	Poales
<b>Clase:</b>	Monoetyledoneae
<b>Familia:</b>	Poaceae
<b>Género:</b>	<i>Zea</i>
<b>Especie:</b>	<i>mays</i>
<b>Nombre Común:</b>	Maíz, choclo, millo
<b>Nombre científico:</b>	<i>(Zea mays L.)</i>

Fuente: Cabrerizo, C. (2012)

### **2.3. Descripción botánica del maíz**

El maíz es una planta anual, herbácea, monoica; presenta gran desarrollo vegetativo, alcanzando de 2 m a 2,5 m de altura, por lo tanto, se describe la morfología de los órganos del maíz de la siguiente manera: (Ospina, J. 2015)

#### **2.3.1. Raíz**

Es el primer componente del embrión que brota cuando la semilla germina, las raíces pueden profundizar hasta 1,8 m. El sistema radical presenta tres tipos de raíces:

- Las raíces primarias.
- Las raíces adventicias.
- Las raíces de sostén.

#### **2.3.2. Tallo**

Es el soporte de hojas, flores, frutos y semillas, su función es transportar sales minerales y agua desde la raíz hasta la parte aérea de la planta; está compuesto por una epidermis exterior protectora, una pared de haces vasculares y una médula de tejido esponjoso color blanco.

#### **2.3.3. Hojas**

Posee entre 15 y 30 hojas que crecen en la parte superior de los nudos, la cara superior de la hoja es pilosa, y la cara inferior es glabra, tiene numerosas estomas que permiten el proceso respiratorio.

#### **2.3.4. Flores**

En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una película (vulgarmente llamada espigón, penacho o tocto) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. Las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en una espiga rodeada de largas brácteas. A esta espiga se le llama mazorca. La mazorca tiene una parte central que se llama zuro, también conocida por los agricultores por diferentes nombres como “corazón” o “tuza”. (Bustamante, J. et al. 2010)



### **2.3.5. Fruto**

La mazorca o fruto, está formada por una parte central llamada zuro, donde se adhieren los granos de maíz en número de varios centenares por cada mazorca. El zuro, o corazón, representa del 15 al 30% del peso de la espiga o mazorca. La fecundación de las flores femeninas puede suceder mediante el polen de las panojas de la misma planta o de otras plantas, el fruto y la semilla forma un sólo cuerpo que tiene la forma de una cariósida brillante, de color amarillo, rojo, morado, blanco y que se los denomina vulgarmente como granos y dentro del fruto que es el ovario maduro se encuentran las semillas (óvulos fecundados y maduros), la semilla está compuesta de la cubierta o pericarpio, el endospermo amiláceo y el embrión o germen y pesa aproximadamente 0.3 gramos. (Lescano, D; Claudio, H. 2012)

## **2.4. Características genéticas**

### **2.4.1. Una línea**

Se produce mediante autofecundación y selección hasta que se obtienen plantas aparentemente homocigóticas después de cinco a siete generaciones, esto provoca reducción en el vigor de la planta lo que en ocasiones dificulta la producción de semilla del híbrido. (Márquez, S. 1988)

### **2.4.2. Variedad**

Es un conjunto de plantas de un solo taxón botánico del rango más bajo conocido que, con independencia de si responde o no plenamente a las condiciones para la concesión de un derecho de obtentor, pueda definirse por la expresión de los caracteres resultantes de un cierto genotipo o de una cierta combinación de genotipos, o distinguirse de cualquier otro conjunto de plantas por la expresión de uno de dichos caracteres por lo menos, o puede considerarse como una unidad, habida cuenta de su aptitud a propagarse( Unión Internacional para la protección de las Obtenciones Vegetales) (UPOV, 2010)

Las principales variedades nativas de maíz que se cultivan en la sierra ecuatoriana y las variedades mejoradas por el INIAP son:16. (Yáñez, et al. 2013)

## **Variedades nativas en Ecuador**

- ❖ Cuzco ecuatoriano
- ❖ Canguil ecuatoriano
- ❖ Racimo de uva
- ❖ Chillos
- ❖ Huandango
- ❖ Morochón
- ❖ Patillo
- ❖ Chulpi
- ❖ Kcello
- ❖ Chazo

## **Variedades mejoradas**

- ❖ INIAP-101 Blanco Harinoso Precoz
- ❖ INIAP-102 Blanco Blandito Mejorado
- ❖ INIAP-103 MISHQUI SARA
- ❖ INIAP-111 Guagal Mejorado
- ❖ INIAP-122 Chaucho Mejorado
- ❖ INIAP-124 Mishca Mejorado
- ❖ INIAP-153 Zhima Mejorado
- ❖ INIAP-182 ALMENDRAL
- ❖ INIAP-176 maíz amarillo duro para grano y forraje
- ❖ INIAP-180 maíz amarillo duro de alto rendimiento
- ❖ INIAP-192 Chulpi Mejorado

### **2.5. Variedad INIAP-111**

#### **2.5.1. Origen**

La variedad INIAP-111 fue formada en base a variedades locales colectadas en casi toda la provincia de Bolívar en 1989 y 1993. Las variedades que presentaron buenas características agronómicas y de calidad de grano, tanto en choclo como en grano seco durante dos ciclos (1993-1994 y 1994-1995), se cruzaron entre ellas para formar la población Guagal, la cual se seleccionó durante tres ciclos y en tres localidades de esa provincia. (Yáñez, G. 2013)

### 2.5.2. Variedad INIAP-111 Guagal Mejorado

La variedad se caracteriza por ser tardía, de porte bajo, con resistencia de acame, buen rendimiento, calidad de grano tanto para choclo o seco y se adapta a altitudes entre los 2.400 a 2.800 msnm. (INIAP, 1997)

La época de cosecha varía de acuerdo con la variedad, temperatura, altitud y si se va a comercializar en estado tierno o grano seco. En estado tierno o choclo estese realiza cuando el grano está bien formado, lleno y algo lechoso, se recoge las mazorcas que estén en ese estado y cuando se cosecha para grano este debe realizarse cuando el grano esté en madurez fisiológica es decir cuando en la base del grano se observa una capa negra. (Peñaherrera, D. 2011)

### 2.5.3. Características principales

**Cuadro N.º 2.** Características importantes

<b>Agronómicas y morfológicas</b>	<b>Promedio</b>
Días a la floración femenina	134
Días a la cosecha en choclo	208
Días a cosecha en seco	265
Altura promedio de planta	300 cm
Altura promedio de mazorca	178 cm
Longitud de la mazorca	20cm
Rendimiento comercial en choclo	190 sacos /ha
Rendimiento comercial en grano seco	4.100 kg/ha
En asocio con fréjol	3.400 kg/ha
Número de hileras por mazorca	12
Color del grano tierno	Blanco
Color de grano seco	Blanco
Tipo de grano	Harinoso
Textura de grano	Suave

Fuente: (Silva, E. et al. 1997. Citado por: Yáñez, C. 2013)

### 2.5.4. Características importantes de la variedad de maíz INIAP-111 Guagal mejorado

La variedad INIAP-111 Guagal mejorado fue desarrollada con la participación de técnicos y agricultores de la provincia Bolívar durante un periodo de cuatro años (1989 - 1993) y se caracteriza por ser tardía, de porte bajo (en comparación a las variedades que poseen los agricultores), con resistencia al acame, así como de buen

rendimiento y calidad de grano para choclo y seco. Se adapta a altitudes entre los 2.400 a 2.800 msnm., y fue formada con base a variedades locales colectadas en casi toda la provincia de Bolívar. Las variedades que presentaron buenas características agronómicas y de calidad de grano, tanto en choclo como en grano seco, se cruzaron entre ellas para formar la población Guagal, la cual se seleccionó durante tres ciclos en tres localidades. (Silva, E., et al. 1997, Yanez, C., et al., 2003)

#### **2.5.5. Importancia**

La importancia de esta cereal abarca más campos dentro del desarrollo de la población pues se aprovecha al máximo el material vegetal; así podemos mencionar que los tallos tiernos se los pueden chupar y cuando están secos se usan para forraje de ganado, construcción de chozas, combustible y abono. Además, las brácteas que cubren la mazorca son utilizadas en la elaboración de humitas y también se puede elaborar artesanías. (Álvarez, J. 2007)

#### **2.5.6. Importancia económica**

Por su producción, al maíz se lo considera como el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y como el segundo cultivo del mundo después del trigo; mientras que el arroz, ocupa el tercer lugar. Es de mayor importancia económica a nivel mundial, ya sea como alimento humano, ganado, o como una fuente de productos industriales. En el mundo, el maíz se lo cultiva en más de 140 millones de hectáreas con una producción anual de más de 580 millones de toneladas métricas. El maíz tropical es cultivado en 66 países y es muy importante económicamente en 61 de ellos, de los cuales siembra más de 50.000 hectáreas cada uno, con un total aproximado a 61,5 millones de hectáreas, y una producción anual de 111 millones de toneladas métricas. (Cultivo de Maíz, 2014)

#### **2.6. Usos del maíz**

Esta variedad es muy apetecida en la alimentación humana en estado fresco (choclo), y en grano seco es apreciada para la elaboración de tostado, mote, chicha, humitas, tortillas, harina, etc. (INIAP- 2003)

El maíz suave llamado también harinoso es el más importante de los maíces en la alimentación humana; sus granos blandos y grandes se pueden cocinar tiernos (choclo, choclo tanda), semi tiernos (cau: humitas), en mote con grano semi tierno (mote choclo, champús), en mote (grano seco), en mote molido, germinados y luego molidos (chicha de jora elaborada a base de siete clase de granos de maíz) secos y tostados (de sal y de dulce), secos y molidos en harina . (Carrera, J. 2009)

Cada día se descubren nuevos usos industriales para el maíz. Se ha empezado a utilizar papeles elaborados con base en maíz, plásticos biodegradables a partir de almidón de maíz, y una fuerte tendencia para la elaboración de biocombustibles (etanol). Se asegura que hay más de cuatro mil usos diferentes para los productos que se extraen del maíz. International Life Sciences Institute. (ILSI, 2006)

## **2.7. Sistema de cultivo**

“Sistema de Cultivo”, es la organización técnica de la explotación agrícola. El sistema de cultivo como la elección que hace el hombre, de los procedimientos mediante los cuales explota la naturaleza. Distingue tres tipos en función del grado de artificialización para restablecer la fertilidad: el primero corresponde a un sistema de recolección (la naturaleza actúa sola), el segundo a un sistema de barbecho (uno o varios años de cultivo seguidos por un período sin cultivo) y el tercero a un sistema de cultivo continuo. La referencia que hace del mantenimiento de la fertilidad incumbe realmente al agrónomo. (Tayupanta, J.1990)

## **2.8. Sistemas de producción**

En forma general, se entiende por sistema a un arreglo de componentes físicos relacionados entre sí, de tal manera que forma y actúa como una unidad o un todo. En esta definición, las palabras arreglo y actúan definen dos características principales de cualquier sistema: la estructura y la función. Así, todo sistema presenta una estructura que está relacionada con el arreglo de los componentes que lo forman, y tienen una función, relacionada con la forma como actúa el sistema. Los componentes físicos son los elementos básicos del sistema y las relaciones entre ellos determinan la estructura y función del sistema. Un sistema de producción

agropecuaria, se define como el conglomerado de sistemas de fincas individuales, que en su conjunto presentan una base de recursos, patrones empresariales, sistemas de subsistencia y limitaciones familiares similares; y para los cuales serían apropiadas estrategias de desarrollo e intervenciones también similares. (Barrera, V. 2004)

## **2.9. Densidad de siembra**

Entre todas las prácticas que existen para el manejo del cultivo, la densidad de siembra es por mucho una de las más importantes en el punto de producción debido a los efectos que tiene sobre el mismo y con respecto a la división de materia seca en la planta afectando a su vez al rendimiento. (Cerliani et al., 2018)

En el cultivo de maíz su densidad poblacional es apreciado como un factor de control para generar mejores rendimientos, con el uso de altas densidades las cuales a su vez son óptimas (80.000-100.000 plantas/ha) en donde permite aumentar la producción y rentabilidad. (Quevedo et al., 2015)

En la variedad INIAP-111 Guagal Mejorado, se recomienda de 25 a 30 kg/ha de semilla certificada. (Monar, C. y Rea, A. 2003)

### **2.9.1. Beneficios de la densidad óptima al sembrar**

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en su guía de Identificación de problemas en la producción de maíz tropical indica que uno de los problemas a los que se enfrentan los agricultores cuando el grano no emerge es culpa de la densidad óptima.

La densidad óptima varía cada año, según el clima y el manejo del cultivo. Su cálculo es necesario porque está comprobado una reducción del 30% de la densidad de población por debajo de la óptima reduce los rendimientos 5% en años buenos; sin embargo, aumenta los rendimientos cuando se presentan factores desfavorables.

Por eso, la recomendación es que las densidades estén de 20 a 30% por debajo de la densidad óptima. Pero, si hay sequías la densidad recomendada debe reducirse 30% más con respecto a la óptima con la intención de incrementar la cantidad de agua disponible para cada planta. (ASGROW, 2019)

### **2.9.2. Efecto de la densidad de siembra en las demandas nutricionales del cultivo.**

A mayor densidad de siembra, mayor va a ser la cantidad de individuos que van a demandar nutrientes, la alta competencia entre las plantas hace imperativo incrementar el aporte de nutrientes, esto se logra en el caso del software que calcula el fertirriego por Agro-tecnología-tropical, con los ajustes en la conductividad eléctrica en el suelo o sustrato que ocurre por la alta demanda de nutrientes que se refleja en una disminución de la conductividad eléctrica de los niveles normales que debe mantener el suelo o sustrato para un cultivo dado.

Si se sube la densidad de siembra y se mantienen los niveles nutricionales estables es indudable que el calibre del fruto va a ser afectado. (Hernández, F. 2022)

### **2.9.3. Efecto de la densidad de siembra en los rendimientos y calidad de los cultivos.**

El maíz presenta una notable respuesta al aumento de la densidad en términos de producción de biomasa como resultado de una mayor captura de luz por el cultivo. Esto es así mientras el número de plantas no supere aquel que permite la cobertura total del suelo al inicio del período crítico. Incrementos ulteriores en la densidad no mejorarán la producción total de biomasa, ya que el mayor número de plantas será compensado por una disminución tal en la tasa de crecimiento de las mismas que puede conllevar la aparición de individuos estériles o de muy bajo número de granos. (Eyherabide, G. 2017)

La regla es que a mayor densidad de siembra se produce menor cantidad de kilos por planta con frutos de menor tamaño, pero como son más individuos sembrados se obtiene mayor rendimiento en los cultivos por hectárea.

En el caso de la producción de granos como el maíz es interesante subir la densidad de siembra al máximo, ya que no nos interesa el tamaño de la mazorca que va a ser más pequeña, lo que nos interesa en este caso es la cantidad de granos cosechados. (Hernández, F. 2022)

El componente del rendimiento más afectado por la densidad es el número de granos que alcanzan la madurez. El número de granos logrados por planta en maíz está en estrecha relación con el crecimiento de la misma durante la floración, la que se reduce con incrementos en la densidad. La forma de la función de respuesta refleja la escasa plasticidad reproductiva del maíz en baja densidad, donde el número máximo de flores formadas en la espiga limita el aumento del número de granos logrados, cuando las plantas crecen a altas tasas correspondientes a muy bajas densidades. (Eyherabide, G. 2017)

#### **2.9.4. Efecto de la densidad de siembra sobre las plagas y enfermedades:**

En la medida que los individuos estén más alejados se reduce la posibilidad de transmitir enfermedades de un individuo a otro, la diseminación de la *Ralstonia* o de la *Phytophthora* que se hace más rápido en altas densidades poblacionales que en bajas densidades, los nematodos tienen que moverse menos de una planta a otra si están sembradas muy juntas las plantas en contraposición a si están sembradas más distanciadas. Por otro lado, al haber alta densidad poblacional, la humedad ambiental permanece más tiempo en el follaje y permite el desarrollo de las enfermedades con mayor severidad, la explicación de este fenómeno lo tenemos en el artículo sobre la pirámide de la enfermedad y un ejemplo claro en el artículo sobre la antracnosis.

Otro factor lo tenemos en la penetración de insecticidas en el follaje donde se dificulta el ingreso de insecticidas en altas poblaciones de plantas en comparación de plantas con follaje más espaciado, esto permite el escape de las plagas y se desata el daño al cultivo. Lo descrito anteriormente lo observamos en una experiencia en nuestro servicio de asistencia técnica con un agricultor que cultiva berenjenas, en este caso cuando el dosel del cultivo está espaciado el ataque de mosca blanca y del perforador del fruto se mantienen en niveles razonables, cuando las plantas crecen y se cierra el cultivo, los insecticidas no cubren todo el follaje y todos los frutos en consecuencia se desatan fuertes ataques de ambas plagas que afectan fuertemente el desarrollo del cultivo y se hace imperativo hacer podas para airear la planta y permitir el ingreso de los insecticidas que controlarán ambas plagas. (Hernández, F. 2022)



### **2.9.5. Efecto de la densidad de siembra de maíz en la proliferación de maleza**

En el caso del maíz, se presenta la particularidad que cuando la cosecha es de granos secos que es la normal, las malezas se ven restringidas mientras el follaje del maíz está verde y en activo crecimiento, pero al comenzar el secado de granos, si caen lluvias proliferan malezas que llegan a entorpecer el trabajo de las cosechadoras. Esto ocurre porque el maíz deja de consumir los recursos del suelo y abre la ventana para que se desarrollen las malezas.

En resumen, a mayor densidad de siembra menor es la incidencia de malezas, sembrar a bajas densidades para mejorar el desarrollo de las plantas individuales no tiene sentido si no se hace un adecuado control de malezas. (Hernández, F. 2017)

### **2.9.6. Sistemas de cultivos**

- **Siembra en Surcos angostos**

La siembra de maíz en surcos angostos a 50 centímetros es una nueva tecnología que permite un mayor espaciamiento de plantas en el surco, un mejor aprovechamiento del suelo y agua, y un control más eficiente de maleza. La optimización del suelo consiste en que se establecen más surcos y se aumenta la distancia entre plantas. Mientras que para el agua hay un mejor aprovechamiento debido a una temprana cobertura total del suelo y a la reducción de la evaporación de la humedad. Por otra parte, la cobertura temprana del suelo reduce los problemas de maleza. (Leonardo, S. 2010)

- **Espaciamiento entre hileras**

El espaciamiento entre hileras óptimo, también varía en función del ambiente.

La siembra en hileras anchas presenta ventajas cuando el estrés hídrico se presenta en la etapa vegetativa y se prolonga hacia etapas reproductivas. La siembra en hileras anchas, como las bajas densidades, retrasan la cobertura del suelo y con esto reducen la transpiración del cultivo durante las etapas vegetativas. En esta situación, la transpiración es el principal componente del consumo de agua ya que el suelo permanece seco en superficie limitando la evaporación. La estrategia de moderar el consumo de agua a través de dichas prácticas de manejo permite transferir agua

hacia etapas posteriores que son más críticas para la determinación del rendimiento. Esta estrategia es válida en situaciones en las que el cultivo parte con una buena provisión de agua en el suelo y el aporte de agua de precipitación durante el ciclo del cultivo es relativamente bajo.

- **Las siembras en hileras angostas**

Pueden ser ventajosas en situaciones que combinan estrés hídrico durante estadios vegetativos, que afecta la expansión foliar, con una mejor provisión de agua en floración. En estos ambientes, reducir la distancia entre hileras mejora la interceptación de radiación en las etapas reproductivas por incrementar la fracción de radiación interceptada por unidad de área foliar. Esta estrategia se adecua a planteos de escape en los que el período vegetativo está expuesto a condiciones de estrés hídrico. (López, M. 2022)

## **2.10. Manejo agronómico del cultivo**

El manejo de las labores culturales para el cultivo del maíz es el siguiente: (Yanez, C. 2013)

### **2.10.1. Preparación del terreno**

La preparación del terreno es el paso previo a la siembra. Se recomienda preparar el suelo con dos meses de anticipación ya que esto permitirá que el terreno quede suelto y sea capaz de captar agua sin que se produzcan encharcamientos. Además, esto permitirá la descomposición de residuos, el control de las malezas e insectos y la suavidad del terreno (sobre todo en la capa superficial donde se va a producir la siembra). Se debe realizar, con tractor o con yunta, una labor de arado, una de rastra y la surcada, cuidando de no desmenuzar demasiado el suelo.

### **2.10.2. Surcada**

Consiste en voltear el suelo a una profundidad no superior a los 30 centímetros. Con esta labor se consigue oxigenar el terreno, eliminar las malezas y algunas plagas que se pueden encontrar en el suelo; además, facilita la descomposición de residuos de las cosechas. Se debe realizar con dos meses de anticipación, utilizando maquinaria (tractor o yunta) o manualmente (azadón). (INIAP, 2014)

### **2.10.3. Época de siembra**

En nuestra provincia con la variedad INIAP-111 Guagal Mejorado y dependiendo de la zona agroecológica, la época de siembra se inicia en noviembre y puede extenderse hasta el mes de marzo, de acuerdo a las zonas agroecológicas de los cantones: Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes. (Monar, C. 2000. Citado por: Rivadeneira, M. 2012)

En climas templados se siembran después de las heladas, en climas semiáridos, se siembran al inicio de la estación de lluvias. En ambos casos se debe esperar que la temperatura del suelo alcance 10°C. (Centro Internacional de Mejoramiento de Trigo y Conservación. (CIMMYT. 2002. Citado por: Rivadeneira, M. 2012)

### **2.10.4. Densidad de siembra**

El maíz es un unicultivo se siembra a 0,80 m entre surcos y 0,25 cm entre sitios, depositando una semilla por sitio (50.000 plantas/h), la cantidad de semilla requerida en unicultivo es 30 kg/ha. (INIAP. 2010)

La cantidad de semillas por metro de surco, la distancia entre surcos y finalmente la población de plantas por hectárea es determinante en el rendimiento del maíz, pero el uso de semilla de más, no solo no incrementa la cosecha, sino que incide en mayores costos por hectárea que reducen la rentabilidad. (Reyes, G. 2013)

### **2.10.5. Raleo**

Es una labor de cultivo que se realiza cuando la planta ha alcanzado un tamaño de 0.25 m a 0.30 m y consiste en dejar de una a dos plantas por golpe mientras se eliminan las restantes.

### **2.10.6. Rascadillo**

Consiste en realizar una limpieza manual de las malezas cuando éstas se presentan sobre todo en la época crítica de competencia (0-45 días después de la siembra), además sirve para romper la costra endurecida del terreno para ayudar a que las raíces se desarrollen. En caso de una infestación agresiva de malezas se podrá usar herbicidas a base de atrazina en dosis de 2 kg/ha o 2 l/ha dependiendo de la formulación.

### **2.10.7. Aporque**

Esta labor se realiza a los 45 días después de la siembra. El aporque consiste en arrimar tierra alrededor de la planta, aflojar el suelo y mantener la humedad de la tierra. Durante el aporque se debe colocar en forma lateral la fertilización nitrogenada complementaria (urea). (INIAP, 2014)

### **2.10.8. Riego**

La evapotranspiración total (uso consuntivo) del maíz sembrado varía desde los 500 a 550 mm para la campaña agrícola. El uso diario del maíz varía desde 2 mm/día durante etapas inicial es hasta 6,5 mm/día en los días antes de maduración. Luego baja hasta 3 mm/día en los días antes de maduración completa. La zona radicular del maíz profundiza más de 1 metro si el suelo no tiene mucha compactación. El suelo típico de textura franca a franca arcillosa retiene alrededor de 200 mm de agua por metro de profundidad. De esta aproximadamente 100 a 120 mm se pueden agotar sin afectar el rendimiento. Por la escasez de agua y la poca penetración de agua en riegos típicos es importante trabajar con este reservorio amplio para asegurar rendimientos altos. (Slhfarm, A. 2013)

### **2.10.9. Fertilización**

El rendimiento de una plantación de maíz está en función de los nutrientes disponibles en el suelo, especialmente del que se encuentra en menor cantidad y del potencial de producción de la variedad o híbrido que se siembra en una determinada zona. En una producción de 6.000 Kg/ha de grano, el cultivo extrae del suelo 156 Kg de N, 32 Kg de P, y de K. De ahí la importancia de conocer de qué cantidad de nutrientes disponibles el suelo, para los cual es necesario realizar un análisis de suelo; y en base a este resultado planificar qué clase de fertilizante y las cantidades a incorporar previo a la siembra y durante el desarrollo del cultivo. (Orozco, J. 2010)

### **2.10.10. Control de malezas**

Las malezas compiten con el maíz por espacio, agua, luz y nutrientes lo cual ocasiona pérdidas económicas ya que disminuye el rendimiento, merma la calidad

del producto y dificulta las labores de cosecha, además, albergan insectos y enfermedades que atacan al maíz y obligan al agricultor a gastar más dinero en controles fitosanitarios. Un control eficaz de malezas se consigue integrando los siguientes métodos: culturales, mecánicos y químicos. (INIAP, 2014)

Para el maíz sembrado en monocultivo en zonas con alta presencia de maleza, se recomienda la aplicación de herbicidas selectivos a base de Atrazina en dosis de 1,6 a 2,0 Kg/ha de ingrediente activo (2,0 a 2,5 kg/ha de producto comercial), en 400 litros de agua, la aplicación se realiza en preemergencia, después de la siembra o en post emergencia temprana (malezas con cuatro hojas). En cultivos bajo labranza reducida, después de las primeras lluvias se debe aplicar productos a base de Glifosato e dosis 23 l/ha, de acuerdo a la incidencia de malezas, inmediatamente después de la siembra. (INIAP, 2010)

- **Control manual de malezas**

En el caso de no realizar el control químico de malezas en pre y post emergencia, se recomienda realizar una o dos deshierbas superficiales con azadón (rascadillo). (Alvarado, S. et al. 2011). Citado por: Guastay, L. y Pérez, D. 2015)

#### **2.10.11. Plagas**

- **Gusano trozador (*Agrotis zea*)** Existen varias especies de esta familia que atacan al cultivo del maíz. Cuando la incidencia es alta, los rendimientos disminuyen significativamente. Estos insectos prácticamente se alimentan de toda la planta, y son capaces de causar daños totales en el cultivo. (Avilés, F. 2018)
- **El gusano del choclo (*Heliothis zea*)** que en su estado adulto es una mariposa, es un insecto de hábito nocturno que deposita sus huevos en los pelos (estigmas) del choclo recién salidos. Una vez que los gusanos salen de sus huevos se meten en la mazorca y se alimentan de los granos tiernos, ocasionando una disminución considerable tanto en el rendimiento como en la calidad del producto, sea para choclo o grano seco. (Mayas S.L,2019)
- **Gusano Alambre (*Agriotes sp.*)** Las larvas son insectos – plagas típicas del suelo que aparecen especialmente al comienzo del ciclo vegetativo del maíz.

Consume el interior del grano cuando se encuentra en proceso de germinación. Estos gusanos devoran las raíces de las plantas jóvenes y pueden dañar hasta el punto de producir manifestaciones de marchitez y consecuentemente la muerte de las plantas. Químico: Realizar un buen tratamiento de la semilla con imidacloprid en dosis de 136 g/30 libras de semilla, Thiodicard 1 L/46 kg de semilla o 250 cc/25 lb de semilla. (INIAP, 2014)

- **Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)**, que provoca graves daños en la planta de maíz, llegando a provocar la pérdida total de la producción. El cogollero hace raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, que posteriormente aparecen como pequeñas áreas translúcidas; una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje perfectamente en el cogollo que, al desplegarse, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas comidas. En esta fase es característico observar los excrementos de la larva en forma de aserrín (Velazquez, J. 2012). Su control es a través de los plaguicidas sintéticos, es decir, se opta más por el control químico, aunque estas sustancias repercuten de forma negativa en la salud humana y sobre insectos beneficiosos como lo son los polinizadores, parasitoides y depredadores del mismo gusano cogollero. (Hernández, A. et al. 2018)
- **Gorgojo (*Pagocerus fiorii*)** Uno de los principales problemas en el almacenamiento es la presencia del gorgojo, denominado también “redondilla”, se encuentra distribuido en todas las aéreas maiceras del callejón interandino ocasionado hasta al daño total del grano. Si el grano es para consumo, es necesario que el recipiente donde se va almacenar (un costal o un tarro de plástico) se recomienda utilizar cal o ceniza en forma de capas sucesivas. Es decir, al interior de los sacos o tarros plásticos colocar en capas 10 libras de maíz y 500 gramos de cal o ceniza, hasta llenar el recipiente. Si el grano de maíz va a ser usado como semilla, para el control de esta plaga se recomienda utilizar un fumigante a base de fosforo de aluminio (Gastoxin), 1 pastilla de 3 g por cada 10 qq de mazorca o grano. (INIAP, 2014)

- **Pulgón del maíz (*Aphididae*)** Los pulgones o áfidos tienen un gran impacto económico en el cultivo de maíz debido a que constituyen uno de los grupos entomológicos más importantes desde el punto de vista agronómico. Causan enfermedades virales, daños directos a la planta en las hojas e inflorescencias, atacan en su estado ninfal y adulto, cuenta con un aparato bucal picador chupador y se encuentran por lo general en colonias en el envés de la hoja, en las flores y mazorcas. Debido a esto succionan la savia de la planta provocando que esta se empobrezca y disminuya su producción (del Toro-Benítez et al., 2018). Su control consiste en sembrar híbridos resistentes para minimizar la incidencia de esta plaga. Si los cultivares no son tan fuertes, se recomienda aplicar insecticidas de acuerdo a ciertos umbrales como: plántula de 5 a 10 pulgones por planta y colonias en aumento de forma general de las colonias del insecto en aumento franco. (Simón, M. et al. 2018)

#### 2.10.12. Control fitosanitario de plagas

Las plagas predominantes en maíz son: gusano trozador (*Agrotis ipsilon.*), gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y áfidos (*Macrosiphum sp.*).

El control para áfidos se debe hacer en todo el cultivo; para trozador en forma dirigida a la base de las plantas y para cogollero en los cogollos de las plantas. Para su control se recomienda utilizar los insecticidas presentados en el siguiente cuadro, cuando el daño por la plaga es superior al 5%.

Insectos de la mazorca: (*Heliothis zea y Euxesta eluta*). Control: acefato en dosis de 40 g/l en el inicio de la floración femenina por dos aplicaciones.

Insecticidas para el control de plagas de maíz		
Nombre comercial	Nombre técnico	Dosis
Acefato	Orthene, Ortan, Trofeo	2.5 g/l de agua
Agromil	Clorpirifos	2.5 cc/l de agua

**Fuente:** (Alvarado, S. et al. 2011). Citado por: Guastay, L. y Pérez, D. 2015)

### 2.10.13. Enfermedades

- **La pudrición de la mazorca (*Fusarium moniliforme*):** Es una de las enfermedades más graves para el maíz ya que causa pérdidas de rendimiento de hasta un 40%, disminuyendo el valor comercial del grano y produciendo sustancias tóxicas (micotoxinas) muy perjudiciales para la salud humana y de los animales. Cuando se realiza un control oportuno del gusano de la mazorca indirectamente ya se está controlando a esta enfermedad. (Dareas, H. 2014)
- **Pudrición del tallo (*Dickeya zae*):** Se presenta un marchitamiento total de la planta, seguido de un rápido secamiento. Como el complejo de hongos dañan al tallo, en la base de la planta, el peso de la mazorca y el viento fuerte ocasionan que las plantas se acamen y en consecuencia la trilladora no las pueda levantar durante la cosecha, traducándose en pérdidas. El daño por insectos puede facilitar su penetración. Son una continuación de las pudriciones de raíz e intermedias para la pudrición de mazorcas. (Ruiz, M. 2018)
- **Carbón del maíz (*Ustilago maydis*):** El hongo puede atacar mazorcas, tallos, hojas y espigas. Una vez producida la infección, se hipertrofia el tejido enfermo y se forman agallas de diferentes tamaños y formas. Lo más común es observar agallas blancas cerradas de gran tamaño sustituyendo a los granos. (Scandolo, N; Pérez, A; Giannuzzo, J. 2018)
- **Roya (*Puccinia sorghi*):** Esta enfermedad está ampliamente distribuida por todo el mundo, en climas subtropicales y templados y en tierras altas donde hay bastante humedad. Las pústulas son de color naranja o café claro en las etapas iniciales de la infección; más adelante la epidermis se rompe y las lesiones se vuelven negras. (Ruiz, M. 2018)
- **Mancha foliar (*Cercospora zae-maydis*)** Esta enfermedad también es conocida como mancha gris de la hoja, puede ocurrir en zonas templadas y húmedas. Las lesiones comienzan como manchas necróticas pequeñas, regulares y alargadas. Las manchas crecen paralelas a las nervaduras. (Dareas, H. 2014)



#### **2.10.14. Cosecha**

Cosecha para choclo se efectúa cuando el grano está en estado lechoso para semilla se cosecha el momento de madurez fisiológica (cuando la base de grano se observa una capa negra) para grano comercial se puede esperar a que se seque un poco más en el campo. (Yáñez, C. 2013)

La cosecha mayormente es manual, “deshojando” las mazorcas de las plantas paradas. Estas se colocan en envases (sacos) que faciliten su traslado a los secaderos ubicados en lugares protegidos para completar el secado en forma natural hasta que la humedad sea de 14 % a 16 % e iniciar con el desgrane para su comercialización. (Meléndez, E. 2013)

Normalmente se demora hasta que la humedad del grano ha llegado a 20 – 25 % si las mazorcas son desgranadas directamente en el campo, la humedad debería de estar por debajo de 20 % para evitar daños. Cuanto más tiempo se demora la cosecha más humedad perderán los granos; esto puede ahorrar algo de lo que se debe gastar para secar las semillas a un nivel de seguridad. (Mendieta, M. 2009)

#### **2.10.15. Selección y desgrane**

Las mazorcas dañadas por plagas y enfermedades, así como las pequeñas y las de mala calidad deben ser eliminadas para dejar solamente las que presentan grano grueso y uniforme. Se seleccionarán las mazorcas que servirán para semilla y para grano comercial. En las mazorcas destinadas para semilla se recomienda desgranar únicamente la parte central de la mazorca, descartando los granos de los extremos. (Yanez, C; Zambrano, J; Caicedo, M. 2013)

Luego en la etapa de desgrane de las mazorcas es necesario además desechar todos los granos dañados y podridos, además aquí se separa el grano comercial del grano que será utilizado para semilla. Otra labor importante dentro de esta actividad es el secado del grano, sobre todo el que está destinado para semilla se debe evitar el colocar la semilla sobre planchas de cemento caliente pues el aumento de temperatura en el grano ocasionara la pérdida de viabilidad de la semilla. (Guacho, F. 2014)

### 2.10.16. Comercialización

El maíz tiene una buena comercialización tanto a nivel de mundial como nacional, se exporta a países desarrollados y subdesarrollados, sus productos se trasladan ya sea empaquetados o enlatados, sus granos pueden ser consumidos para harinas, esencias, bebidas entre otras. Cuando son cultivares nativos tienen una mayor demanda en el mercado ya que poseen características únicas como lo son su textura, color, sabor y son muy apreciadas por los consumidores. (López, B. et al. 2016)

### 2.11. Fertilización

Consiste en la aplicación de fertilizantes químicos en donde predomina el nitrógeno (N) seguido del fósforo (P) en menor cantidad y un poco de potasio (K) de manera significativa, aunque esto puede llevar a crear un desbalance nutricional y un poco ineficiente en su uso. (Flores, D. et al. 2019)

Además de los elementos ya mencionados, también requiere del uso de otros elementos provenientes del suelo como lo son Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S) a los que conocemos como micronutrientes los cuales potencian el desarrollo morfológico del maíz. (Rosado, L. et al. 2018)

Un buen rendimiento del maíz requiere que el suelo este bien suplido con elementos nutritivos. Para esto es necesario utilizar un programa de fertilización balanceada. Es decir, se requiere nitrógeno (N) y fósforo (F) además de potasio (K), magnesio (Mg) y azufre (S).

**Cuadro N.º 3.** Requerimientos del cultivo de maíz

Cultivo	Requerimiento (Kg/ha)			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S
Maíz	80	50	10	10

Fuente. (INIAP, 2004)

#### 2.11.1. Forma y época de aplicación del fertilizante

A la siembra, al fondo del hoyo o del surco colocar el fertilizante que contenga la tercera parte del N y todo el P y K; tapar con una capa de suelo de 2 a 3 cm. Para mejorar la eficiencia del N se recomienda aplicar el fertilizante nitrogenado en

media luna o hacer un hoyo con un espeque en la parte superior de la planta en relación a la pendiente y tapar con una capa de suelo. (Alvarado, S. et al. 2011)

## **2.12. Nitrógeno**

EL nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales que más limitan el rendimiento del maíz, este elemento participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta. Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo. (Torres, M. 2009)

La cantidad de nitrógeno a aplicar depende de las necesidades de producción que se deseen alcanzar, así como el tipo de textura del suelo. La cantidad aplicada va desde 20 a 30 Kg de N por ha. Un déficit de N puede afectar a la calidad del cultivo. Los síntomas se ven más reflejados en aquellos órganos fotosintéticos, las hojas, que aparecen con coloraciones amarillentas sobre los ápices y se van extendiendo a lo largo de todo el nervio. Las mazorcas aparecen sin granos en las puntas. (Infoagro. 2017)

La presencia de nitrógeno mineral en el suelo disponible para la absorción por la planta depende de la tasa de mineralización del carbono. El impacto de la labranza reducida con retención de residuos sobre la mineralización del nitrógeno no es claro. El suelo con cero labranzas con retención de residuos puede estar asociado con una menor disponibilidad del nitrógeno debido a una mayor inmovilización producida por los residuos dejados sobre la superficie del suelo. La fase de inmovilización neta cuando se adopta cero labranzas puede ser transitoria, ya que la mayor inmovilización del nitrógeno reduce la oportunidad de que se presenten pérdidas por lixiviación y desnitrificación del nitrógeno mineral. (Centro Internacional de Mejoramiento de Trigo y Conservación. CIMMYT. 2015)

### **2.12.1. Ciclo del nitrógeno**

El nitrógeno es un elemento que forma parte de las proteínas, principales componentes de la celulosa la fuente natural de nitrógeno es la atmósfera, pero los seres vivos no lo asimilan directamente; para que lo incorporen es necesaria una serie de pasos que en conjunto constituyen el 19 ciclo biológico del nitrógeno. (Álvarez, A. 2000. Citado por: Guastay, L. y Pérez, D. 2015)

El principal reservorio de nitrógeno es la atmósfera, con 78%. Este nitrógeno gaseoso está compuesto de dos átomos de nitrógeno unidos, el N<sub>2</sub> es un gas inerte, y se necesita una gran cantidad de energía para romper esta unión y combinarlo con otros elementos como el carbono y el oxígeno.

Esta ruptura puede hacerse por dos mecanismos: las descargas eléctricas y la fijación fotoquímica, que proveen suficiente energía para romper la unión del nitrógeno y unirse a tres átomos de Oxígeno para formar nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Este procedimiento es reproducido en las plantas productoras de fertilizantes. (González, A. y Raciman, J. 2000)

### **2.12.2. Fijación del nitrógeno**

Es necesario apuntar que la fijación de nitrógeno es un proceso que consume mucha energía, y que los fijadores simbióticos de nitrógeno obtienen esta energía del cultivo al que están asociados, lo que en un principio provoca algunas pérdidas en la producción vegetal.

Además, parece que los organismos no simbióticos pueden funcionar eficazmente a temperaturas altas del suelo, pero salvo el (*Azotobacter spp.*) no son eficaces en condiciones templadas. Muchos suelos, en especial los suelos ácidos, no poseen poblaciones activas de estas bacterias y se ha determinado ampliamente que la inoculación bacteriana puede aumentar los rendimientos. (FAO, 2010. Citado por: Rivadeneira, M. 2012)

Uno de los compuestos, el nitrato, la forma más usual tomada por la planta, es clave en su nutrición y puede hallarse en el suelo derivado del contenido mineral del mismo, de aquel que se pueda incorporar de la atmósfera o de la biotransformación de las moléculas orgánicas que lo contienen formando parte de los restos vegetales y animales que allí llegan o de los propios microorganismos que lo habitan.

La desnitrificación, o reducción del nitrato hasta nitrógeno molecular o de nitrógeno N<sub>2</sub>, es una actividad microbiana importante, cuantitativamente considerada y por su efecto contaminante del ambiente.

Las pérdidas de nitrógeno asimilable que esta actividad con lleva son compensadas por la llamada fijación de nitrógeno, que se entiende como la oxidación o reducción de este elemento para dar óxidos o amonio. (Consejo Superior de Investigaciones Científicas. CSIC, 2021)

### 2.12.3. Formas de nitrógeno en el suelo

La principal fuente de nitrógeno en la naturaleza es el aire, luego está la fertilización con materia orgánica y en la atmósfera del suelo, incorporándose en forma de nitrógeno amoniacal, nitratos ( $NO_3^-$ ) y amonio ( $NO_4^+$ ).

- **Nitrógeno orgánico:** Se lo encuentra en materia orgánica de cuya descomposición se obtiene el 90 – 95% de nitrógeno que no es asimilado directamente, por lo que debe pasar por la etapa de mineralización en nitrógeno inorgánico para que las plantas puedan absorber. (AgroEs, 2021)
- **Nitrógeno amoniacal:** Una característica particular es que su comportamiento depende del pH: a pH ácido permanece disuelto en el agua como ion amonio mientras a pH alcalino se transforma en gas amoniacal el cual es susceptible de volatilizarse al ambiente. El gas amoniacal es sumamente irritante y potencialmente mortal en concentraciones elevadas; la vida acuática no es más entusiasta a él y muere fácilmente si su nivel aumenta; afortunadamente hay mecanismos biológicos que lo pueden transformar o asimilar antes que se acumule. (Microlab, 2017)
- **Nitratos ( $NO_3^-$ ) y amonio ( $NO_4^+$ ):** El nitrato es la forma más oxidada del nitrógeno y a diferencia de las formas anteriores es mucho menos tóxico, por lo que puede acumularse y descargarse más fácilmente sin alterar los ecosistemas o la salud pública. De aquí, hay dos paraderos finales: el primero es su asimilación por plantas y algas, que pueden tomar tanto amoniacal como nitrato del ambiente y de manera que ingresa nuevamente a la cadena trófica. El nitrógeno presente en forma de amoniacal se denomina nitrógeno amoniacal.

- Una característica particular es que su comportamiento depende del pH: a pH ácido permanece disuelto en el agua como ion amonio mientras a pH alcalino se transforma en gas amoniaco el cual es susceptible de volatilizarse al ambiente. (Microlab, 2017)

#### 2.12.4. Forma en que se encuentra los fertilizantes nitrogenados

- **Fertilizantes orgánicos:** Nitrógeno orgánico en forma de materia orgánica (no aprovechable inmediatamente por las plantas).
- **Fertilizantes inorgánicos:** En forma de ( $NO_4^+$ ) y ( $NO_3^-$ ).

**Cuadro N.º 4.** Forma en que se encuentra los fertilizantes nitrogenados

Fertilizante inorgánico	Formas que se encuentra el nitrógeno	Característica
Urea	Aminas que se encuentran en $NH_4^+$	Fertilizante más concentrado, con 46% de N en forma de amídica.
Sulfato de amonio	$NH_4^+$	Producto bastante soluble (730 g/l a 20°C), con un 10 % de N en forma amoniacal y un 23% de S como sulfatos
Fosfato de amonio	$NO_4^+$	Fosfato de amonio $NO_4$
Nitrato de calcio	$NO_3^-$	Altamente soluble (1220 g/l a 20°C), contiene un 15,5% de N, el 100% nítrico como forma preferencial de absorción.
Nitrato de amonio	$NO_3^- + NO_4^+$	Contiene un 34,5% de N, la mitad en forma de amonio y la otra mitad en forma de nítrica.

Fuente: (Ruiz, R. 2009)

#### 2.12.5. Retención del nitrógeno iónico en el suelo

El ion amonio  $NO_4^+$  puede ser retenido por el complejo de cambio y no estar disponible para los cultivos. Depende de la capacidad de intercambio catiónico que es la capacidad que tiene un suelo para retener iones positivos, gracias a su composición en arcillas y materia orgánica. (AGRONOTAS, 2021)

### 2.12.6. Formas de absorción del nitrógeno por las plantas

Las formas de absorción del nitrógeno son el nitrato  $NO_3^-$  y el amonio ( $NO_4^+$ ). Existe también la posibilidad de fijar nitrógeno atmosférico  $N_2$ , en la simbiosis entre leguminosas y bacterias tipo (*Rhizobium*). La disponibilidad de nitrógeno en el suelo para ser tomado por la planta, es difícil de determinar debido a distintos factores como pueden ser:

#### Para el nitrato ( $NO_3^-$ ):

- La desnitrificación hasta formas gaseosas de N.
- La inmovilización microbiana y la lixiviación de nitratos.

#### Para el amonio ( $NO_4^+$ ):

- Su volatilización como amoníaco.
- Su absorción en el coloide arcilloso húmico del suelo.
- La nitrificación.

Además, la mayor parte del N en el suelo se encuentra en la fracción de N orgánico, no accesible para la planta, la disponibilidad del N orgánico se caracteriza por diferentes procesos como la mineralización, debida a la actividad de microorganismos, y como la desnitrificación y la lixiviación.

La absorción de nitrato por la raíz de la planta se caracteriza por:

- Es la especie de N preferido por los cultivos.
- Es una absorción activa necesita (ATP) (Adenosina Tri Fosfato) y un transportador.
- A baja temperatura la absorción se inhibe.
- Se absorbe mejor a pH ligeramente ácido.

La absorción radicular de amonio se caracteriza por:

- La absorción es un proceso aparentemente pasivo. La temperatura apenas afecta la absorción.
- Se absorbe mejor a pH alcalino, si bien la absorción del amonio acidifica el medio externo.
- Puede llegar a ser tóxico, al estar presente el amoníaco. (Universidad Autónoma de Madrid. UNED, 2018)

### **2.12.7. Influencia del nitrógeno en el maíz**

El nitrógeno interviene en la calidad y rendimiento del maíz, por tanto, de este depende el contenido de proteínas del grano.

Cuando el vegetal carece de N, reduce el vigor, las hojas disminuyen su crecimiento y se tornan de color amarillo en las puntas, que luego se va extendiendo hacia la nervadura central, dando espacio a una especie de dibujo en modo de V; el mismo autor menciona que ante la escasez de N, la hoja en su totalidad amarillea, y gradualmente van poniéndose amarillas las hojas por encima de la primera. No obstante, cuando los daños son producidos por escasez de agua, las hojas de igual forma se tornan amarillas, pero en este caso se produce la anomalía en todas al mismo tiempo. (Yara. 2020)

### **2.12.8. Funciones del nitrógeno en la planta de maíz**

Las funciones del nitrógeno en la planta son las siguientes:

- Favorece la multiplicación celular y estimula el crecimiento.
- Es un componente de proteínas y otras sustancias proteicas.
- Forma parte de compuestos que permiten que la planta de maíz realice sus funciones biológicas (fotosíntesis).
- Esencial para la formación de la clorofila y la actividad fotosintética.
- Alarga las fases del ciclo de cultivo.
- Interviene directamente en el rendimiento de la planta de maíz. (Sagan-Gea, 2010)

### **2.12.9. Aspectos relevantes del nitrógeno en la planta**

El contenido de peso seco en la planta oscila entre el 2 y el 5%.

#### **La distribución del nitrógeno en la planta:**

- 90% en compuestos de elevado peso molecular.
- 10% en compuestos orgánicos de bajo peso molecular y compuestos inorgánicos.
- Presenta una gran movilidad en la planta.



En cuanto a funciones, de forma resumida el N está involucrado en las siguientes:

- Forma parte de aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos.
  - Necesario en síntesis de clorofila. Forma parte de ella.
  - Componente de vitaminas.
  - Componentes de derivados de azúcares, celulosa, almidón y lípidos.
  - Forma parte de coenzimas y enzimas.
  - Alarga las fases del ciclo del cultivo.
  - Favorece la multiplicación celular y estimula el crecimiento.
- (Universidad Autónoma de Madrid. UNED, 2018)

#### **2.12.10. Requerimiento del nitrógeno en el maíz**

Por cada tonelada de grano producido, el maíz demanda cerca de 20 a 25 kg/ha de nitrógeno. (Permuy, N. 2019). Es por esto que, para generar por ejemplo 10 000 kg/ha de grano, la plantación convendría disponer un valor aproximado de 200 a 250 kg. Esta suma sería el requerimiento de nitrógeno para este nivel de rendimiento. (Torres, M. 2016)

Dada la circunstancia que el nitrógeno inicial proporcionado por análisis de suelos previamente a la siembra y el nitrógeno mineralizado a partir de la materia orgánica humificada sean menores al solicitado por la planta, convendrá fertilizar el contraste o la diferencia para conservar el equilibrio, esto explica que la oferta de nitrógeno = demanda de nitrógeno. (Pendolema, V. 2016). El mismo autor relata que el total de fertilizante derivado a partir de este modo llamado principio de balance tendrá que ser adecuado por la eficiencia de fertilización. La dimensión de esta depende de la utilidad del fertilizante, del manejo y del tipo del mismo; el manejo del fertilizante convendría notar que 9 pérdidas de nitrógeno se pueden manifestar y delimitan la técnica de fertilización que minimice la emergencia global de las mismas. (Torres, M. 2016)

#### **2.12.11. Importancia del nitrógeno en la nutrición del maíz**

El nitrógeno es el principal elemento mineral y el de mayor influencia en el rendimiento de los cereales. Sin embargo, cada uno de los tres elementos principales (nitrógeno, fósforo y potasio) no produce su pleno efecto si no están

presentes cantidades suficientes de los otros dos. La interacción entre el nitrógeno y el potasio es probablemente la más importante. Dosis elevadas de nitrógeno en ausencia de una nutrición potásica suficiente hace a los cereales sensibles a las enfermedades y accidentes, en especial al encamado, y limita los rendimientos, disminuyentes de calcio y magnesio, y sobre todo de azufre, aunque nunca a niveles tan elevados como los tres elementos principales.

La fertilización nitrogenada debe corregir y completar en el tiempo la liberación de nitrógeno a partir de la materia orgánica. Por ello, el establecimiento de la dosis de fertilizante y la fecha de aplicación constituyen un problema importante, y a la vez complejo y aleatorio, que cada año se plantea de forma distinta al agricultor. La diferencia entre la absorción de nitrógeno por la cosecha y las disponibilidades del suelo determinan teóricamente el fertilizante a aplicar. Sin embargo, será necesario introducir un índice corrector, referido a la eficacia real de la fertilización. Este índice de eficacia se considera que en condiciones de campo varía del 40 al 80%, aunque cuando existe déficit hídrico o la fertilización se realiza en la siembra, la eficiencia del N puede ser inferior. (Proain Tecnología Agrícola, 2020)

#### **2.12.12. Deficiencias y excesos del nitrógeno en la planta**

##### **➤ Síntomas de deficiencia del nitrógeno**

La planta presenta un verde claro el cual, dependiendo de la gravedad de la deficiencia, puede llegar a un amarillo que cubra la punta y se extienda hacia la base de las hojas en un patrón en “V”. El resultado final es una mazorca de menor tamaño, con granos más pequeños y en menos cantidades. (CIMMYT, 2018)

##### **➤ Deficiencias de nitrógeno en la planta de maíz**

La deficiencia de nitrógeno en los suelos produce los siguientes síntomas en la planta de maíz.

- Hojas pálidas, formando coloraciones verde-amarillentas.
- La floración queda muy restringida.
- Las enfermedades, heladas y granizadas producen mayores efectos.
- El crecimiento se hace lento e incluso puede paralizarse.

- Los vegetales ahíjan poco y deficientemente. Se adelanta la floración y la maduración.
- Reduce la captación de la radiación fotosintéticamente activa. (Germinia. 2010)

➤ **Síntomas de exceso del nitrógeno**

La dinámica de acumulación y re movilización de N en la planta se ve reflejada en el índice de cosecha de este nutriente (N en grano/N en biomasa aérea), presentando valores que oscilan entre 0,59 y 0,69 de acuerdo a la relación fuente destino y al híbrido considerado. Por lo tanto, entre el 31 y 41% del N acumulado en la biomasa aérea permanece en el rastrojo y en planteos agrícolas, es devuelto al suelo. La concentración de N en la biomasa aérea o en las hojas, tallos o granos es un elemento diagnóstico de las necesidades de fertilización, que según el momento del ciclo en que se encuentre el cultivo se puede decidir las necesidades de fertilización durante la estación de crecimiento o bien evaluar la cosecha si hubo deficiencias o excesos de N con el objetivo de replantear la fertilización para el próximo ciclo de crecimiento. (Morgan, S. y Echeverría, H. 2000)

Entre algunas características generales del exceso de nitrógeno en las plantas están:

- Exceso de follaje con un rendimiento pobre en frutos.
- Desarrollo radicular mínimo frente al desarrollo foliar.
- Retraso en la floración y formación de semillas. (Morgan, S. y Echeverría, H. 2000)

**Nitrato de amonio**

Fertilizante granulado que aporta nitrógeno, del cual el 50% como forma nítrica y el otro 50% como forma amoniacal. El nitrato de amonio fue el primer fertilizante nitrogenado sólido producido a gran escala, pero su popularidad ha decaído en los años recientes. Ha sido una fuente común de N por contener ambas fuentes del elemento, nitrato y amonio, y poseer una concentración del nutriente relativamente alto. El nitrato de amonio es un fertilizante popular, ya que proporciona la mitad del N en forma de nitrato y la otra mitad en forma de amonio. La forma nitrato se mueve fácilmente con el agua del suelo hacia las raíces, donde está inmediatamente disponible para su toma por la planta.

La fracción de amonio es absorbida por las raíces o es convertida gradualmente en nitrato por los microorganismos del suelo. Muchos productores de verduras prefieren una fuente de nitratos inmediatamente disponibles para la nutrición vegetal y utilizan nitrato de amonio. Es popular para la fertilización de pasturas y verdes, ya que es menos susceptible a las pérdidas por volatilización que los fertilizantes a base de urea cuando se aplica sobre la superficie del suelo. (International Plant Nutrition Institute. IPNI 2019)

**Cuadro N.º 5.** Composición del Nitrato de Amonio

<b>Parámetro</b>	<b>Contenido</b>
Fórmula Química	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
Nitrógeno Total (N)	34%
Nitrato de Amonio	99.1%
Nitrógeno Nítrico (N-NO <sub>3</sub> )	17 %
Nitrógeno Amoniacal (N-NH <sub>4</sub> )	17 %
Solubilidad (20°C)	1.583 g/litro
Humedad Relativa Crítica a (30°C)	63%
Índice de Salinidad	105

**Fuente:** Ficha técnica FERMAGRI. 2018.

### 2.12.13. Urea

Su origen de nitrógeno, este posee mayor concentrado de N, está constituido por 46% de N en amónica, (Palomino, 2018). Después del agua el nitrógeno es un componente principal, es el factor crecimiento importante para las plantas cultivadas, influye en su desarrollo vegetal cuantitativo y cualitativo, beneficia al crecimiento vegetativo de los tejidos, aumenta el área foliar y la tasa fotosintética. (Morales, J; Morales, J; Díaz, E; Cruz, J; Medina, N & Guerrero, 2015) Nitrato de amonio por su elaboración es un producto con mayor solubilidad, con el 34.5% de N. (Palomino, L. 2018)

Fertilizante granulado edáfico con liberación lenta, el nitrógeno aporta con un 46% de concentración y reintegra rápidamente la necesidad del elemento, su estructura respalda la homogeneidad en la aplicación. Brinda los nutrientes que requiere la

planta en cada fase de su desarrollo, abastecerse de manera controlada, eficiente y prolongada. El nitrógeno es importante para el metabolismo de los carbohidratos, promueve el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como también la asimilación de otros nutrientes. (Agripac S.A., 2021)

Es un fertilizante químico granulado de aplicación directa al suelo. Contiene nitrógeno en forma de amida. La forma de amida es muy soluble en agua. Se fabrica por neutralización del dióxido de carbono con amoníaco.

De acuerdo al tamaño de sus granos, la urea se divide en tres tipos: Urea Prilada, Urea Granular y Urea Microprilada. Sus características químicas se conservan dentro de los mismos parámetros para estos tres tipos de urea. Entre los fertilizantes sólidos la Urea es la fuente nitrogenada de más alta concentración con grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de Nitrógeno. (TOMCOMPANY. 2016)

**Cuadro N.º 6.** Propiedades físico - químicas de la Urea

<b>Parámetro</b>	<b>Contenido</b>
Fórmula Química	CO (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>
Peso Molecular	60.6
Nitrógeno Total (N)	46%
Nitrógeno Ureico (N-NH <sub>2</sub> )	46 %
Granulometría	70% 2 - 4 mm
Densidad Aparente	770 – 809 kg/m <sup>3</sup>
Presentación Física	Perlas esféricas blancas
Humedad	0.5 % máx.

**Fuente:** Ficha Técnica FERMAGRI. 2018

#### **2.12.14. Nitrato de potasio**

El nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) es una fuente soluble de dos nutrientes esenciales muy importantes. Es comúnmente utilizado como fertilizante para cultivos de alto valor que se benefician con la nutrición de nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y una fuente de potasio (K<sup>+</sup>) libre de cloruro (Cl<sup>-</sup>). El fertilizante nitrato de potasio (a veces referido como nitrato de potasa o NOP) es típicamente fabricado mediante la reacción de cloruro de potasio (KCl) con una fuente de nitrato.

Dependiendo de los objetivos y las fuentes disponibles, el nitrato podría provenir de nitrato de sodio, ácido nítrico, o nitrato de amonio. El  $\text{KNO}_3$  resultante es idéntico independientemente del proceso de fabricación. El nitrato de potasio es comúnmente comercializado como un material cristalino, soluble en agua principalmente utilizado para la disolución y aplicación con agua o en forma perlada para la aplicación al suelo. Tradicionalmente, el compuesto es conocido como “salitre”. (IPNI, 2018)

- **Pérdidas por volatilización de amoníaco**

La pérdida de Nitrógeno (N) por volatilización del gas amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) puede ser la principal causa de la baja eficiencia de algunos fertilizantes amoniacales. Dichas pérdidas son el resultado de numerosos procesos químicos, físicos y biológicos, cuya magnitud es afectada por factores de ambiente, suelo y manejo tales como temperatura, pH del suelo, capacidad de intercambio catiónico (CIC), materia orgánica, cobertura y calidad de residuos en superficie, viento, tensión de vapor superficial y la dosis y localización del fertilizante. (Salvagiotti, F. 2005)

El incremento de pH produce un aumento en la producción de  $\text{NH}_3$ , el cual es perdido a la atmósfera. La capacidad del suelo para contrarrestar el aumento de pH es una de las principales variables que se opone a la producción de amoníaco, incrementándose con el aumento de la materia orgánica. Las pérdidas por volatilización son más elevadas cuando las temperaturas de suelo se incrementan en el rango de 10 a 50° C. Las pérdidas por volatilización son máximas cuando el contenido de humedad del suelo está a capacidad de campo y cuando el mismo se seca lentamente, dado que el secado del suelo aumenta la concentración de  $\text{NH}_3$  en la solución. (Rodríguez, S. 1992)

#### **2.12.15. Nitrógeno mineral disponible**

La cantidad de nitrógeno que es necesario aportar a través de la fertilización orgánica y mineral se determina partiendo de las necesidades de los cultivos y teniendo en cuenta todas las fuentes de entrada y salida de nitrógeno, para asegurar que la disponibilidad en nitrógeno es la adecuada en cada momento del ciclo vegetativo.

El análisis de los componentes del balance del nitrógeno de cada explotación, permite considerar los factores que se deben tener en cuenta a la hora de efectuar una recomendación de fertilización. El balance debe ser considerado a medio plazo ya que, como se ha indicado, las transformaciones del nitrógeno en el suelo son constantes, y la correcta nutrición de las plantas depende del nitrógeno mineral presente en cada momento en el suelo. (AgroEs.es, 2016)

#### **2.12.16. Fertilización nitrogenada**

La fertilización nitrogenada no sólo persigue obtener un elevado retorno económico de la inversión a través de la calidad y producción optimizada del cultivo, sino también minimizar sus efectos sobre el medioambiente (lixiviación del nitrógeno residual del suelo hacia las aguas subterráneas, pérdidas de nitrógeno por desnitrificación o volatilización). (Diez, J. 1999)

La mayoría de los fertilizantes nitrogenados inorgánicos derivan del amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), obtenido por síntesis de N e H gaseosos, o de la industria del carbón. A partir del  $\text{NH}_3$  se elaboran muchos fertilizantes nitrogenados. Los aportes de nitrógeno por mineralización de la materia orgánica del suelo procedente de los restos de cosecha, de la fertilización con estiércoles, purines, restos de cosechas y de otras posibles fuentes orgánicas, deben de ser interpretados a partir de algunas determinaciones analíticas efectuadas en el laboratorio. (AgroEs.es, 2016)

#### **2.13. Abonos orgánicos**

La adición de abonos orgánicos permite un manejo ecológico en el desarrollo fenológico del cultivo, la calidad de los abonos orgánicos depende de sus materias primas y de su proceso de preparación. Desde tiempos remotos la utilización de los abonos orgánicos ha contribuido en la fertilidad de los suelos confirmando el aporte de nutrientes a los cultivos y sus efectos en el suelo varían según su fuente, edad, manejo y contenido de humedad. (Escobar, N. et al. 2012)

Los abonos orgánicos son buenos para aportar materia orgánica al suelo, mejoran la microbiología, la textura, pero su aporte en nutrientes es relativamente bajo con respecto a los fertilizantes sintéticos. (Ávarez, D. et al. 2010).

Todos estos beneficios para el suelo y las plantas hacen importante investigar el aporte de los abonos orgánicos y sus efectos en los cultivos. Los estiércoles son usados tradicionalmente en los cultivos, por ser materiales locales y accesibles; sin embargo, pueden presentar efectos indeseados en plantas, ambiente y la salud humana. Por ello, es recomendable su gestión y procesamiento para aplicar abonos orgánicos procesados. (Huerta, E. et al. 2019)

El uso de fertilizantes orgánicos constituye una alternativa amigable con el medio ambiente, lo cual permite una producción comercial orgánica a través de la disminución insumos sintéticos y la incorporación de fertilizantes orgánicos, es importante mencionar que el precio de los productos orgánicos es más elevado que los convencionales, esto permite mejorar los ingresos económicos de los agricultores. (Hernández, D. et al. 2016)

#### **2.13.1. Abonaza**

Eco Abonaza es un abono compostado, obtenido de la mineralización de diferentes residuos vegetales y animales de granjas certificadas, el cual se convierte en un producto libre de patógenos, con alto contenido de materia orgánica y nutrientes. (Megagro, 2019)

La Gallinaza es uno de los fertilizantes más completos y mejores nutrientes puede aportar al suelo. Contiene nitrógeno, fósforo, potasio y carbono en importantes cantidades. De hecho, la gallinaza puede ser mejor fertilizante que cualquier otro abono, incluyendo el de vaca o el de borrego, precisamente porque la alimentación de las gallinas suele ser más rica y balanceada que la pastura natural de las vacas o los borregos. El estiércol de gallina debe ser primeramente fermentado para reducir la cantidad de microorganismos como bacterias, que en alta concentración puede ser nocivo. (Orgánica. SA 2008)

Es un abono semi compostado libre de patógenos Se recomienda su aplicación a la preparación del suelo antes de pasar la última rastra con la finalidad de que se incorpore al suelo, al inicio y final del invierno. Su dosificación dependerá del requerimiento nutricional de cada cultivo. (INDIA, 2014)



La Eco-Abonaza es un abono 100% orgánico que se deriva de la pollinaza proveniente de las granjas de pollos de engorde de PRONACA, la cual es reposada, clasificada y procesada para potencializar sus cualidades.

Para su aplicación se debe asegurar que el suelo este húmedo dando un riego posterior a la aplicación. Por su alto contenido de materia orgánica mejora la calidad de los suelos. (Cabrera, P. 2010)

La eco abonaza tiene un pH de 6.5 -7, además este abono contiene algunos beneficios que ayuda a mejorar las características físicas-químicas y biológicas del suelo. (Núñez, E. 2015)

Eco abonaza por su alto contenido de materia orgánica, mejora la calidad de los suelos y los provee de elementos básicos para el desarrollo apropiado de los cultivos. (PRONACA. 2014)

### **2.13.2. Características:**

Para la aplicación del Eco Abonaza se recomienda su aplicación en la preparación del suelo antes de pasar la última rastra con la finalidad de incorporarlo en el suelo. Se recomienda aplica a inicio y final del invierno, si cuenta con riego se puede aplicar Eco Abonaza durante todo el año, viene en presentaciones de sacos de 23kg. (Megagro, 2019)

### **2.13.3. Composición:**

**Cuadro N.º 7.** Composición de Eco bonaza

<b>Elemento</b>	<b>%</b>
Materia Orgánica	61.52%
Nitrógeno	2.73%
Fósforo	1.75%
Potasio	3.63%
Calcio	4.42%
Magnesio	1.06%
Hierro	0.02%
Manganeso	0.07%
Boro	0.02%
Molibdeno	0.00%
Zinc	0.028%
Azufre	0.24%

(Megagro, 2019)

## **Ventajas de la Eco abonaza**

- Mejora la estructura del suelo, disminuyendo la cohesión de los suelos arcillosos.
- Provee de elementos básicos para el desarrollo apropiado de los cultivos.
- Mejora las propiedades químicas de los suelos, evitando la pérdida del nitrógeno.
- Incrementa la porosidad facilitando la interacción del agua y el aire en el suelo.
- Aumenta el poder amortiguador con relación al pH del suelo.
- Favorece la movilización del P, K, Ca, Mg, S, y los elementos menores.
- Evita la contaminación ambiental.
- Es fuente de carbono orgánico para el desarrollo de microorganismos benéficos
- Los productos son aptos para el consumo humano, ya que no contienen elementos contaminantes. (Diccionario de productos fertilizantes. 2006. Citado por García, C. 2010)

## **Desventajas**

- Se limita la aplicación y efecto en suelos secos.
- Al entrar en contacto directo con la semilla causa quemaduras. (García, M. 2012)

### **2.14. Requerimientos edafoclimáticos**

El cultivo necesita suelos franco-limosos o franco- arcillosos, profundos y bien drenados, esto facilita el desarrollo radicular y produce una mejor adsorción de humedad y de nutrientes. El pH óptimo se encuentra entre 5.5 y 7.5. (Parsons, D. 1989)

#### **2.14.1. Suelo**

El maíz se adapta a una amplia variedad de suelos donde puede producir buenas cosechas, si se emplean los cultivares adecuados y técnicas de cultivo apropiadas. Los suelos más idóneos para el cultivo del maíz son los de textura media (francos),

fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención para el agua. El maíz, en general, crece bien en suelos con pH entre 5,5 y 7,8, fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. Cuando el pH es inferior a 5,5, a menudo hay problemas de toxicidad por aluminio y manganeso, además, de carencia de fósforo y magnesio; con un pH superior a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), tiende a presentarse carencia de hierro,9 manganeso y zinc. Los síntomas en el campo de un pH inadecuado, en general, se asemejan a los problemas de micro nutrientes. (Deras, H. 2012)

Preparar el suelo para el maíz son: proporcionar condiciones óptimas para la germinación, emergencia, crecimiento de la plántula y favorecer la absorción de agua, reduciendo con ello la erosión y aumentando la cantidad de agua disponible en el suelo para el crecimiento de la planta. (Parker, R. 2000. Citado por: Silva, R.2004)

#### **2.14.2. Temperatura**

Respecto a la temperatura, el maíz se muestra especialmente sensible durante la germinación, nacencia e inicio de la vegetación. Requiere un mínimo de 12° C de temperatura del suelo para la germinación. Algunos síntomas de carencia en el inicio del cultivo están originados por bajas temperaturas que impiden el desarrollo radicular. La temperatura del suelo puede, hasta cierto punto, modificarse mediante el manejo de los restos orgánicos en superficie y del riego. En resumen, es esencial el mantenimiento de la “fertilidad física” del suelo. Su deterioro puede causar limitaciones no siempre fáciles de identificar y, a menudo, de muy lenta corrección. Agro Web de Agricultura con Información Técnica y Promoción de Productos Agrícolas e Industrias Agroalimentarias. (Agroes.es, 2016)

La temperatura es uno de los principales factores que regula el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz y en efecto influye en los distintos estados fenológicos (Fowler, D., et al.,2014).

Al respecto conviene decir que el incremento de la temperatura ambiental favorece el crecimiento y desarrollo ontogénico de la planta, siempre que no sobrepase la temperatura óptima (Granados y Sarabia, 2013). El aumento de temperatura acelera la respiración celular en una planta de maíz y la respiración de mantenimiento proporciona energía a los procesos que no contribuyen directamente al aumento en la biomasa y peso de la planta. La fotosíntesis y la respiración son lentas a temperaturas más bajas, y aumentan a medida que se incrementa la temperatura y cesan cuando la temperatura sube demasiado. (Lutt, L. et al. 2019)

### **2.14.3. Clima**

El maíz, es un cultivo de crecimiento rápido, que rinde con temperaturas moderadas, entre las 24 °C y los 30° C, mientras disponga de un adecuado suministro de agua de riego, por lo tanto, los rendimientos aumentan cuando se cultiva en época de lluvias. Por consiguiente, para el cultivo del maíz, son ideales las noches frescas, ya que utiliza menos energía en la respiración celular, los días soleados y las temperaturas moderadas. (Silva, J. 2019)

Para la germinación y desarrollo la temperatura requerida es de 15°C, además de luz solar durante todo el ciclo de cultivo. Existen genotipos que permiten cultivar la especie desde el nivel del mar hasta altitudes superiores a 3.000 m.s.n.m. La duración del ciclo de vida del maíz es de 120 días al nivel del mar y de 300 días a 2.600 msnm. (Ospina, J. 2015) y (Yáñez, G. et al. 2013)

### **2.14.4. Agua**

Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua, pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración. Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado. Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada. (Infoagro. 2016)

#### **2.14.5. Capacidad de retención de agua**

La capacidad de almacenamiento de agua del suelo es fundamental para asegurar un suministro continuo entre riegos. El maíz es particularmente sensible a la falta de agua en el entorno de la floración, desde 20-30 días antes hasta 10-15 días después. El uso estacional del agua del maíz varía dependiendo de la demanda evaporativa de la atmósfera y, por consiguiente, según el clima, el momento de la estación en la que se siembre el cultivo, la duración del ciclo biológico del cultivo y la disponibilidad de agua. (FAO, 2012)

#### **2.14.6. Aireación**

El maíz es muy sensible a la asfixia radicular. No soporta los suelos apelmazados o con mal drenaje. Necesita un mínimo del 10% del volumen de suelo ocupado por aire. Tanto la aireación del suelo como la circulación de agua están estrechamente ligadas a la estructura del suelo, que favorece la formación y mantenimiento de la porosidad.

Es esencial proteger la estructura frente a agresiones como el tránsito de maquinaria pesada en malas condiciones de humedad, el laboreo intenso o la elevada energía del agua aportada en riegos por aspersión. (AgroEs.es. 2016)

#### **2.14.7. Radiación solar**

En maíz, la radiación interceptada varía en función del ambiente (época del año, nubosidad) y de la capacidad que tengan las plantas para interceptar la radiación 10 fotosintéticamente activa (RFA), así como de las prácticas de manejo y del ecotipo. Los factores que modifican la radiación interceptada acumulada durante todo el ciclo de cultivo son la fertilización nitrogenada y la densidad poblacional de plantas, debido a su efecto sobre la canopia del cultivo. (Contreras, A. et al., 2012)

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Materiales

##### 3.1.1. Localización de la investigación

<b>Provincia:</b>	Bolívar
<b>Cantón:</b>	Guaranda
<b>Parroquia</b>	Gabriel Ignacio Veintimilla
<b>Sector:</b>	Granja Experimental Laguacoto III. Km 1,5. Vía Guaranda a San Simón.

##### 3.1.2. Situación geográfica y climática

Altitud:	2622 msnm
Latitud:	01°36'52"S
Longitud:	78°59'54"W
Temperatura media anual:	14.4°C
Temperatura máxima:	21°C
Temperatura mínima:	7°C
Humedad relativa promedio anual	70%
Precipitación media anual	780 mm
Heliofanía promedio anual	900/horas/luz/año

*Fuente:* Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar. 2017. Evaluación In Situ. 2020.

#### 3.2. Zona de vida

De acuerdo a las zonas de vida, la localidad se encuentra dentro del bosque seco Montano Bajo (bs-MB). (Holdridge, L. 1979)

#### 3.3. Material experimental

- Semilla de maíz suave INIAP- 111
- Fertilizante nitrogenado

### 3.4. Material de campo

- Flexómetro
- Piola
- Estacas
- Azadón
- Letreros
- Baldes
- Rastrillo
- Urea
- Determinador de humedad
- Lotes de terreno
- Tarjeta de identificación
- Balanza de campo
- Libreta de campo
- Bomba de mochila
- Calibrador Vernier
- Sacos
- Fundas
- Balanza analítica
- Equipo de bioseguridad

### 3.5. Materiales de oficina

- Computadora
- Impresora
- Flash memory
- Calculadora
- Esferográficos
- Carpetas
- Borrador
- Internet
- Lápiz
- Regla
- Papel Bonn
- Cámara digital
- Programa estadístico Statistix 9
- Resaltadores
- Marcadores
- Plataforma virtual ZOOM

### 3.6. Métodos

#### 3.6.1. Factores en estudio

<b>Factor A:</b> Niveles fertilización nitrogenada / testigo absoluto	<b>Factor B:</b> Densidad de siembra
<b>A1:</b> 0 kg N/ha <b>A2:</b> 40 kg N/ha <b>A3:</b> 80 kg N/ha <b>A4:</b> 120 kg N/ha <b>A5:</b> 160 kg N/ha	<b>B1:</b> 88888 p/ha <b>B2:</b> 44444 p/ha

### 3.6.2. Tratamientos

En la presente investigación se consideró como un tratamiento a cada combinación entre los factores.

Tratamientos	Código	DENSIDADES /NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA
T1	A1 B1	0 kg N/ha + 88888 p/ha
T2	A1 B2	0 kg N/ha + 44444 p/ha
T3	A2 B1	40 kg N/ha + 88888 p/ha
T4	A2 B2	40 kg N/ha + 44444 p/ha
T5	A3 B1	80 kg N/ha + 88888 p/ha
T6	A3 B2	80 kg N/ha + 44444p/ha
T7	A4 B1	120 kg N/ha + 88888 p/ha
T8	A4 B2	120 kg N/ha + 44444 p/ha
T9	A5 B1	160 kg N/ha + 88888p/ha
T10	A5 B6	160 kg N/ha + 44444 p/ha

### 3.6.3. Tipo de diseño experimental o estadístico

Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA).

### 3.6.4. Procedimiento

Números de localidades	1
Número de tratamientos	10
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	30
Área total del ensayo con caminos (31 m largo x 20,2 m ancho)	626,2 m <sup>2</sup>
Superficie de la parcela total (5m largo x 5.4 m ancho)	27 m <sup>2</sup>
Área neta de la parcela	27 m <sup>2</sup>
Número de semillas por sitio	3
Número de plantas por sitio	2
Distancia entre plantas	<b>D1:</b> 50 cm <b>D2:</b> 25 cm
Distancia entre hileras	90 cm



### 3.6.5. Tipos de análisis

- **Análisis de varianza (ADEVA), según el siguiente detalle:**

Fuente de variación FV	Grados de Libertad GL	CME*
Bloques (r-1)	2	$\int_e^2 + 10 \int^2 \text{bloques}$
FA: Densidades (a-1)	1	$\int_e^2 + 15 \vartheta^2 A$
FB: Niveles de fertilización nitrogenada (b-1)	4	$\int_e^2 + 6 \vartheta^2 B$
AxB (a-1) (b-1)	4	$\int_e^2 + 3 \vartheta^2 AxB$
E.Exp. (t-1) (r-1)	18	$\int_e^2$
Total (t x r)-1	29	

**\*Cuadrados Medios Esperados. Modelo Fijo. Tratamientos seleccionados por el investigador**

- Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del factor A e interacción A x B cuando sea significativo.
- Análisis de correlación y regresión lineal.
- Análisis económico relación beneficio costo B/C

### 3.7. Métodos de evaluación y datos tomados

#### 3.7.1. Porcentaje de emergencia (PE)

Variable que se evaluó por conteo directo de las plántulas emergidas en la parcela neta, en un período de tiempo entre 10 y 30 días después de la siembra y se expresó en porcentaje en relación al número de semillas sembradas.

El porcentaje de emergencia se calculó con la siguiente fórmula:

$$\%Emergencia = \frac{\text{Número de plantas emergidas por tratamiento}}{\text{Número total de semillas sembradas por tratamiento}} \times 100$$

### **3.7.2. Días a la floración masculina (DFM)**

Se registró en consideración del tiempo comprendido desde la siembra hasta la fecha en que más del 50% del total de plantas de cada parcela presentaron flores masculinas (estambres).

### **3.7.3. Días a la floración femenina (DFF)**

Se tomó en cuenta el tiempo comprendido desde la siembra hasta cuando más del 50 % de las plantas presentaron flores femeninas (estigmas).

### **3.7.4. Días a la cosecha en choclo (DCCH)**

Se registró los días transcurridos desde la siembra hasta cuando el cultivo se encontró en madurez comercial pura choclo (estado lechoso).

### **3.7.5. Altura de planta (AP)**

Se midió con un flexómetro en centímetros, desde la raíz coronaria hasta la inflorescencia masculina, en una muestra al azar de 10 plantas de cada parcela neta en el momento de la cosecha en seco.

### **3.7.6. Altura de inserción a la mazorca (AIM)**

Al momento de la cosecha, se midió las plantas con la ayuda de un flexómetro en centímetros, en una muestra al azar de 10 plantas de cada parcela neta, desde la base de la planta hasta el nudo en donde se encontró la inserción de la mazorca superior.

### **3.7.7. Diámetro del tallo (DT)**

Días antes de la cosecha en seco, se midió el diámetro del tallo con ayuda de un calibrador de Vernier en centímetros, se consideró desde la base del tallo hasta antes de la primera inserción de la mazorca, en 10 plantas de cada parcela neta.

### **3.7.8. Días a la cosecha en seco (DCS)**

Se contabilizó los días transcurridos desde la siembra hasta cuando la parte inferior del embrión del grano de mazorca presente un color café oscuro (madurez fisiológica).

### **3.7.9. Porcentaje de acame de raíz (PAR)**

Se consideró el total de plantas de cada parcela neta, que presentaron una inclinación de 45°, con respecto de la vertical. Esta variable se evaluó en el momento de la cosecha y los resultados se expresaron en porcentajes en relación al total de plantas de cada parcela.

### **3.7.10. Porcentaje de acame de tallo (PAT)**

Se consideró el total de plantas que presentaron el tallo quebrado, bajo la inserción de la mazorca superior. Esta variable se evaluó en el momento de la cosecha y los resultados se expresaron en porcentaje en relación al total de plantas por parcela.

### **3.7.11. Número de plantas con mazorca (NPCM)**

Esta variable se registró en la cosecha, contando el número de plantas con mazorca y el resultado se expresó en porcentaje.

### **3.7.12. Porcentaje de plantas sin mazorca (PPSM)**

Se registró en la cosecha, contando el número de plantas sin mazorca y el resultado se expresó en porcentaje.

### **3.7.13. Porcentaje de plantas con dos mazorcas (PPCDM)**

Se registró en la cosecha contabilizando el número de plantas que presentaron dos mazorcas y el resultado se expresó en porcentaje.

### **3.7.14. Longitud de la mazorca (LM)**

Se evaluó 10 mazorcas tomadas al azar del área útil de cada parcela neta, se midió con la ayuda de un flexómetro desde la base de la mazorca hasta el ápice de la misma (sin brácteas) y se expresó en centímetros.

### **3.7.15. Diámetro de mazorca (DM)**

Se midió la parte central de las 10 mazorcas (sin brácteas) tomadas al azar de cada parcela neta con la ayuda del calibrador de Vernier, y se expresó en centímetros.

### 3.7.16. Cobertura de mazorca (CM)

Este descriptor cualitativo se calificó en la fase reproductiva o estado de choclo en todas las mazorcas de la parcela y se aplicó la escala 1 a 5 propuesta por el CIMMYT (1986), en donde:

- 1: Excelente
- 2: Regular
- 3: Punta expuesta
- 4: Grano expuesto
- 5: Completamente inaceptable

### 3.7.17. Sanidad de mazorca (SM)

Se registró de las 10 mazorcas cosechadas al azar de cada parcela neta que presentaron pudrición, según la escala 1 a 6 propuesta por el CIMMYT (1986):

Valor	% de granos afectados	Calificación	Valor medio
1	0%	Pudrición ausente	0
2	1-10%	Pudrición ligera	5,5
3	11-25%	Pudrición moderada	18
4	26-50%	Pudrición severa	38
5	51-75%	Pudrición muy severa	63
6	76-100%	Pudrición extrema	88

### 3.7.18. Rendimiento de maíz en Kg/parcela (RM Kg/P)

Esta variable se registró una vez cosechado toda la parcela neta y expresó el resultado en kg/parcela.

### 3.7.19. Rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad (RH)

Se estimó utilizando la siguiente fórmula matemática:

$$R = PCP \times \frac{10000m^2/ha}{ANC m^2/1} \times \frac{100 - HC}{100 - HE} \times D$$

Dónde:

R = Rendimiento de maíz en kg/ha al 13% de humedad.

PCP = Peso de campo por parcela en Kg.

ANC = Área neta cosechada en m<sup>2</sup>

HC = Humedad de cosecha.

HE = Humedad estándar 14%

D = Porcentaje de desgrane. (Monar. C, 2012)

### **3.7.20. Porcentaje de desgrane (D)**

De diez mazorcas tomadas al azar de la cada parcela neta, se procedió a tomar el peso inicial (P1), luego se pesó únicamente el grano (P2) con la ayuda de una balanza digital y se expresó en porcentaje.

$$D = \frac{P2}{P1} \times 100$$

dónde:

- D= Desgrane (%)
- P1= Peso de mazorcas (g)
- P2=Peso del grano (g)

### **3.7.21. Contenido de humedad del grano (CHG)**

De la muestra obtenida del desgrane al momento de la cosecha con ayuda de un detector de humedad digital se procedió a tomar la humedad del grano de cada parcela y se expresó en porcentaje.

### **3.7.22. Rendimiento de choclo en Sacos/ha (RCH)**

Se contaron el número de choclos de cada clase, en base a la Norma INEN que establece tres categorías: pequeños (III), medianos (II) y grande (I). Luego se expresaron en sacos por hectárea, para lo cual se tomaron como referencia que un saco contiene 100 choclos de la clase I; 130 choclos de la clase II y 160 choclos de la clase III.

### **3.7.23. Tamaño del grano (TG)**

Esta variable agronómica se determinó cuando el grano estuvo limpio y seco al 13% de humedad, para lo cual se pasó en una zaranda y se clasificó en tres categorías:

- Tamaño I corresponde a granos con un calibre mayor a 12 mm (Grano de Primera)
- Tamaño II, calibre de 10 a 11,9 mm (Grano de Segunda)
- Tamaño III granos menores a 10 mm de diámetro polar (Grano de Tercera).

Finalmente se pesó en una balanza digital el grano de cada categoría y se expresó en porcentaje.

### **3.7.24. Registro de costos de producción (RCP)**

Se anotaron todas las actividades e insumos que se utilizaron para la producción de una ha de maíz en una matriz.

## **3.8. Manejo del experimento en el campo**

### **3.8.1. Análisis físico químicos del suelo**

Se realizó quince días antes de la siembra del ensayo de maíz, en la unidad experimental, con la ayuda de un barreno a una profundidad 0- 20 cm para su análisis físico – químico completo en el laboratorio de Suelos y Aguas del INIAP – Santa Catalina.

### **3.8.2. Preparación del suelo**

Diez días antes de preparar el suelo se realizó el control de malezas aplicando glifosato 250 ml en bomba/20 l, posteriormente en 5 días antes de realizar la siembra se realizó las hileras a 90 centímetros con ayuda de un tractor. Se realizó el trazado del ensayo en función del diseño experimental establecido y se marcaron tres bloques o repeticiones.

### 3.8.3. Desinfección de semilla

Para proteger la semilla contra el ataque de patógenos y plagas, y asegurar una buena germinación y emergencia, se desinfecto con el fungicida Vitavax en dosis de 1g/kg.

### 3.8.4. Siembra

La siembra se realizó en forma manual depositando tres semillas, en surcos que tenían una distancia de 0,90m entre ellos, y cada sitio separado por 0,50m y 0,25m, según lo establecido en las densidades de siembra de cada tratamiento. Posteriormente se procedió a tapar con un azadón, teniendo cuidado de cubrir la semilla con una capa de tierra que no supere los 5cm de alto.

### 3.8.5. Raleo

A los 30 días después de la siembra, se realizó el raleo dejando dos plantas por sitio, atendiendo a las densidades establecidas en cada uno de los tratamientos.

### 3.8.6. Fertilización

Para la fertilización de base se emplearon 150 kg/ha de 18-46-00 (N – P – K), distribuidos en una cantidad de 3,38 gramos por planta en B1 y 6,14 gramos por planta en B2. Con estas dosis se aplicó 27 kg/ha de Nitrógeno en los tratamientos del T2 al T5.

Para la fertilización complementaria, se calculó el déficit de N en base a la aplicación de base y los tratamientos establecidos para la investigación; cuya distribución se presenta en la siguiente tabla:

<b>Fertilizante complementario</b>			
<b>Tratamiento</b>	<b>Fuente</b>	<b>1º Fracción (N) Kg/ha</b>	<b>2º Fracción (N+k) Kg/ha</b>
<b>T1</b>	-----	00	00 + 60
<b>T2</b>	Urea	7,5	7,5 + 60
<b>T3</b>	Urea	26,5	26,5 + 60
<b>T4</b>	Urea	46,5	46,5 + 60
<b>T5</b>	Abonaza	66,5	66,5 + 00

### **3.8.7. Control de malezas**

Esta actividad se efectuó en forma química con el uso del herbicida Atrazina en dosis de 2 kg/ha a los 8 días con una bomba de mochila con boquilla de abanico. A los 40 días se realizó un control complementario de malezas de hoja ancha con el herbicida selectivo 2, 4 D Amina en dosis de 100 cc/20 l de agua. Para el control de malezas en los caminos y bordes del ensayo, se aplicó el herbicida de contacto Paraquat en dosis de 120 cc/20 l de agua.

### **3.8.8. Control de plagas**

Para el control de insectos plaga como los trozadores (*Agrotis sp*), se aplicó a los 20 días el insecticida Cipermetrina en dosis de 30 cc/20 l de agua con bomba de mochila y boquilla de cono. A los 40 días se aplicó el insecticida Profenofos en dosis de 30 cc/20 l de agua para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Cuando el cultivo estuvo con un 30% de floración femenina, se aplicó a los estigmas el insecticida Acefato en dosis de 40 g/20 l de agua para el control de los insectos de la mazorca (*Heliothis zea* y *Euxesta eluta*).

### **3.8.9. Cosecha**

La cosecha o deshoje se realizó en forma manual en la etapa de madurez comercial en cada unidad experimental.

### **3.8.10. Desgrane**

Una vez cosechadas las mazorcas, y registradas las variables establecidas en el proyecto para la evaluación agronómica se procedió a desgranar en una máquina dentro de la planta de Semillas de la Universidad Estatal de Bolívar.

### **3.8.11. Secado y limpieza**

Una vez desgranado, se procedió a secar en gangochas y en un tendal hasta cuando el grano tuvo un contenido de humedad del 13%.



### **3.8.12. Clasificación**

Una vez seco el maíz, se procedió a clasificar en una máquina clasificadora de zarandas, con tres categorías de grano: mayor a 12 mm; entre 12 y 10 mm, y menor a 10 mm en la planta de semillas de la Universidad Estatal de Bolívar.

### **3.8.13. Almacenamiento**

Una vez seco el grano al 13% de humedad y limpio, se almaceno en envases plásticos adecuados en un cuarto limpio y seco con las correspondientes etiquetas de cada tratamiento. Para prevenir el ataque de gorgojos se aplicó el insecticida Gastoxin (*Aluminium phosphid*) en dosis de una pastilla por quintal de grano, aplicando las normas de bioseguridad.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Variables agronómicas para el factor A (Niveles de fertilización nitrogenada) y prueba de Tukey al 5%.**

Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los tratamientos ( Niveles de fertilización nitrogenada) en las variables: Porcentaje de emergencia (PE), Días a la floración masculina (DFM), Días a la floración femenina (DFF), Días a la cosecha en choclo (DCCH), Altura de planta (AP), Altura inserción de la mazorca (AIM), Diámetro del tallo (DT), Días a la cosecha en seco (DCS), Porcentaje de acame de raíz (PAR), Porcentaje de acame de tallo (PAT), Porcentaje de plantas con mazorca (PPCM), Porcentaje de plantas sin mazorca (PPSM), Porcentaje de plantas con dos mazorcas (PPCDM), Longitud de la mazorca (LM), Diámetro de la mazorca (DM), Cobertura de la mazorca (CM), Sanidad de la mazorca (SM), Desgrane (D), Contenido de humedad del grano (CHG), Rendimiento de maíz en kg/p (RM Kg/P), Rendimiento de maíz en kg/ha al 13% de humedad (RH Kg/ha), Rendimiento en choclo (RCH Sacos/ha) . Laguacoto III, 2022.

**Cuadro N.º 8.** Resultados estadísticos del factor A (Niveles de fertilización nitrogenada) y prueba de Tukey al 5%.

<b>Variables</b>	<b>A1</b>	<b>Rango</b>	<b>A2</b>	<b>Rango</b>	<b>A3</b>	<b>Rango</b>	<b>A4</b>	<b>Rango</b>	<b>A5</b>	<b>Rango</b>	<b>Media G:</b>	<b>C.V</b>	<b>U.M</b>
<b>PEC (Ns)</b>	88,00	A	87,00	A	83,83	A	82,83	A	87,17	A	85,76	4,74	%
<b>DFM (Ns)</b>	133,50	A	133,33	A	133,00	A	134,00	A	133,33	A	133,43	1,45	Días
<b>DFE (*)</b>	150,33	A	148,17	AB	146,33	AB	145,83	B	148,50	AB	147,83	1,68	Días
<b>DCCH (Ns)</b>	180,00	A	178,00	A	176,00	A	175,17	A	178,33	A	177,50	1,83	Días
<b>AP (**)</b>	224,50	C	239,83	BC	256,50	AB	266,17	A	262,50	A	249,90	5,08	Cm
<b>AIM (**)</b>	133,67	B	144,00	AB	156,00	A	159,33	A	155,33	A	149,67	7,46	Cm
<b>DT(Ns)</b>	1,60	A	1,68	A	1,86	A	1,88	A	1,81	A	1,76	10,70	Cm
<b>DCS(Ns)</b>	279,67	A	275,17	A	277,83	A	279,17	A	278,33	A	278,03	1,11	Días
<b>PAR(Ns)</b>	2,83	A	3,50	A	4,00	A	4,00	A	2,83	A	3,43	80,18	%
<b>PAT (Ns)</b>	46,00	A	45,83	A	39,16	A	26,33	A	39,33	A	39,33	29,74	%
<b>NPCM (**)</b>	78,00	B	87,66	AB	93,00	A	93,33	A	89,16	A	88,23	7,13	%
<b>PPSM (**)</b>	22,00	A	12,33	AB	7,00	B	6,66	B	10,83	B	11,76	53,49	%
<b>PPCDM (Ns)</b>	0,00	A	0,00	A	1,00	A	2,00	A	2,33	A	1,06	217,04	%
<b>LM (**)</b>	12,21	C	13,40	BC	15,78	AB	16,48	A	15,21	AB	14,62	9,61	Cm

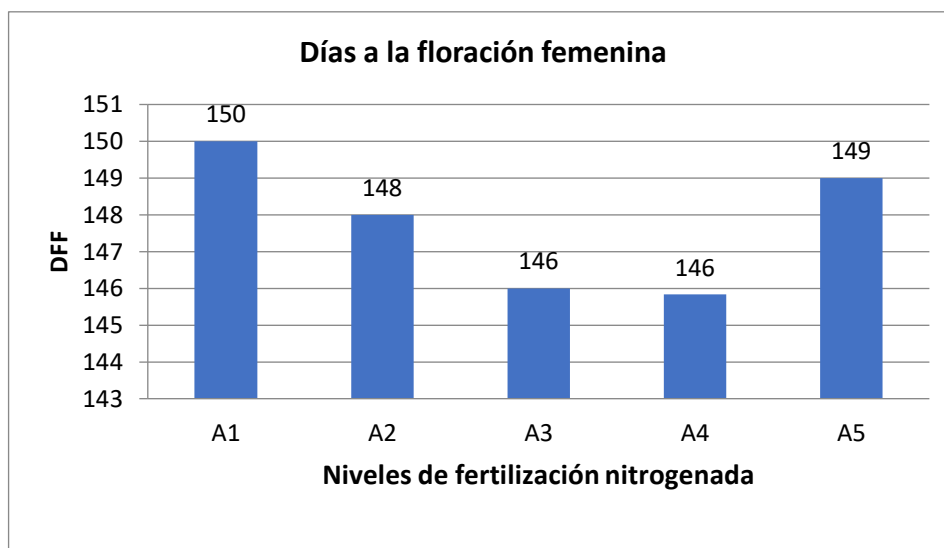
<b>DM (Ns)</b>	4,92	A	5,01	A	5,16	A	5,26	A	5,15	A	5,10	4,34	<b>Cm</b>
<b>CM (Ns)</b>	1,00	A	1,00	A	1,50	A	1,50	A	1,16	A	1,23	32,81	<b>Escala</b>
<b>SM (*)</b>	2,66	A	2,50	A	2,00	A	2,00	A	2,00	A	2,23	19,51	<b>Escala</b>
<b>D (*)</b>	68,50	A	70,16	A	74,50	A	76,66	A	75,33	A	73,03	6,72	<b>%</b>
<b>CHG (Ns)</b>	32,67	A	27,93	A	30,50	A	31,33	A	31,81	A	31,20	9,94	<b>%</b>
<b>RM Kg/P (**)</b>	2,50	D	4,33	C	7,00	B	9,33	A	6,16	B	5,86	16,87	<b>Kg</b>
<b>RH Kg/Ha (**)</b>	1910,3	D	3088,5	C	5360,2	B	6914,5	A	4637,7	B	4382,4	15,34	<b>Kg</b>
<b>RCH (**)</b>	310,83	C	374,67	BC	463,83	AB	509,17	A	402,50	BC	412,20	14,66	<b>Sacos</b>

Realizado por el investigador: (NS) = No Significativo. (\*) Significativo al 5%. (\*\*) Altamente significativo al 1%. Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%. (CV) Coeficiente de variación (%).

#### **4.2. Factor A: Niveles de fertilización nitrogenada- Análisis y discusión**

Para una mejor interpretación de los resultados estadísticos, se elaboró un cuadro resumen (Cuadro 8) para las variables agronómicas evaluadas en la presente investigación, para lo cual se utilizó el modelo matemático: Diseño de Bloques Completos al Azar y para los análisis estadísticos de las varianzas se aplicó la prueba de Tukey al 5%. La respuesta agronómica presenta a diferentes dosificaciones de nitrógeno aplicados al suelo en el cultivo de maíz INIAP-111 Guagual mejorado, estadísticamente resultaron similares (NS) en relación a las variables; Porcentaje de emergencia de campo (PEC), Días a la floración masculina (DFM), Días a la Cosecha en choclo (DCCH), Diámetro del tallo (DT), Días a la cosecha en seco (DCS), Porcentaje de acame de raíz (PAR), Porcentaje de acame de tallo (PAT), Porcentaje de plantas con dos mazorcas (PPCDM), Diámetro de la mazorca (DM), Cobertura de la mazorca (CM), Contenido de humedad del grano (CHG), (Cuadro 8). Por tanto, estos resultados aseveran que los componentes agronómicos son de tipo varietal y quizás dependieron de la interacción genotipo ambiente y más no de la cantidad del fertilizante aplicado al suelo.

Las variables que presentaron diferencias significativas a los niveles de fertilización fueron: Días a la floración femenina (DFF), Altura de planta (AP), Altura inserción de la mazorca (AIM), Porcentaje de plantas con mazorca (PPCM), Porcentaje de plantas sin mazorca (PPSM), Longitud de la mazorca (LM), Sanidad de la mazorca (SM), Desgrane (D), Rendimiento de maíz en kg/p (RM Kg/P), Rendimiento de maíz en kg/ha al 13% de humedad (RH Kg/ha), Rendimiento en choclo en Sacos/ha (RCH). (Cuadro No. 8) Estas diferencias pudieron darse por cuanto estos componentes agronómicos son varietales y además hay una fuerte interacción genotipo ambiente.

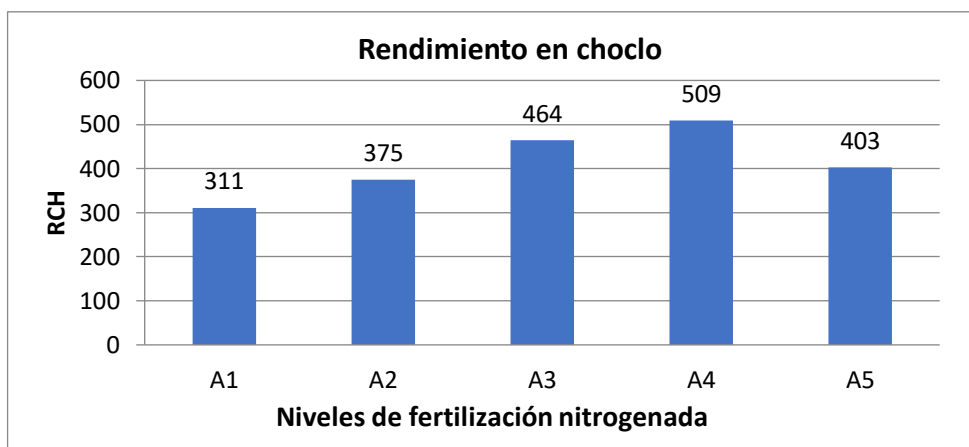


**Gráfico N.º 1.** Promedios para la variable Días a la floración femenina para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.

La respuesta agronómica a los niveles de fertilización nitrogenada en cuanto a la variable días a la floración femenina (DFF) fue diferente (\*) y se registró una media general de 148 días, con un coeficiente de variación de 1,68 % calculados en el presente estudio. (Cuadro 8)

Los promedios superiores se presentaron en A1 (0 Kg N/ha) con 150 días, seguido del A5 (160 Kg N/ha) con 149 días, por el contrario, los que presentaron un menor promedio y mayor precocidad, fueron A3 (80 Kg N/ha) y A4 (120 Kg N/ha) con 146 días.

La característica morfológica de días a la floración femenina, se presenta más tardía en los tratamientos que no tienen adición de N y en el que la adición es a través de la MO; indicando claramente que la menor y más lenta disposición de este mineral, puede generar un incremento temporal en el apareamiento de las estructuras florales femeninas, pudiendo incidir además en un retraso en los plazos de cosecha.



**Gráfico N.º 2.** Promedios a la variable Rendimiento de choclo en Sacos/ha, en el factor A (Niveles de fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.

Para el factor A, la variable Rendimiento en Choclo fue altamente Significativa (\*\*) la cual registró un promedio general de 412 sacos, con un coeficiente de variación de 15%. (Cuadro 8)

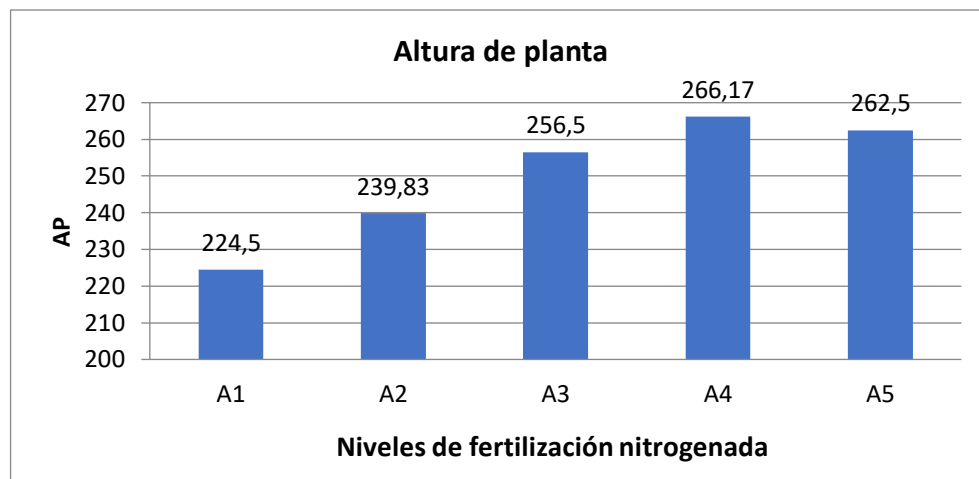
En base a la Norma INEN que establece tres categorías: pequeños (III), medianos (II) y grande (I). Para lo cual se tomaron como referencia que un saco contiene 100 choclos de la clase I; 130 choclos de la clase II y 160 choclos de la clase III.

Los promedios superiores que presentaron los diferentes tratamientos fueron: A4 (120 Kg N/ha) con 509 sacos/ha los cuales están repartidos de primera con 194, segunda con 266 y de tercera con 49 sacos, seguido del A3 (80 Kg N/ha) con 464 sacos/ha repartidos de primera con 128, segunda con 282 y de tercera con 53 sacos, por el contrario, el que presento un menor promedio fue A1 (0Kg N/ha) con 311 sacos/ha repartidos de primera 20, segunda 141 y de tercera 150 sacos.

Mediante los datos obtenidos se puede explicar que el maíz es una gramínea altamente dependiente del nitrógeno; ya que el rendimiento inferior obtuvo el testigo al cual no se aplicó este elemento. Existe en gran parte una relación directa entre el uso del nitrógeno y el aumento del rendimiento de los cultivos de maíz, obteniendo un efecto positivo de la fertilización nitrogenada hasta el factor A4 en

las plantas, teniendo en cuenta que también depende de diversos aspectos como lo son: ambientales, biológicas, culturales y químicas para su mejor desarrollo.

Además, se puede notar que las dosis altas de N, generaron una respuesta de mejor calidad ligada al tamaño del choclo, es decir a mayor nivel de nitrógeno, los tamaños que predominaron fueron medianos y grandes lo cual puede incidir directamente sobre la rentabilidad del cultivo.



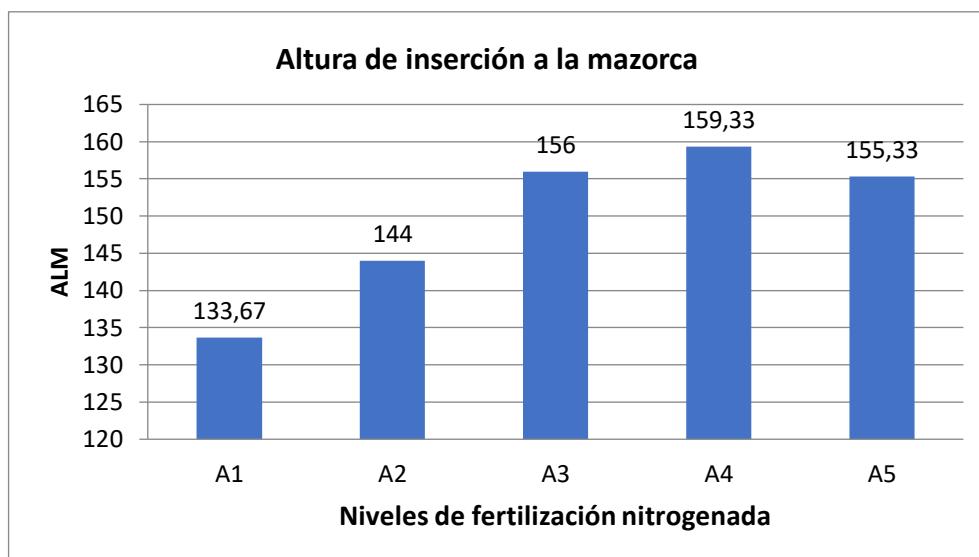
**Gráfico N.º 3.** Promedios para la variable Altura de planta para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III

La respuesta al factor A en cuanto a la variable Altura de planta fue altamente significativa (\*\*), se registró una media general de 249,90 cm, con un coeficiente de variación de 5,08%. (Cuadro 8)

Los promedios superiores se presentaron en el A4 (120 Kg N/ha), con 266,17 cm, seguido del A5 (160 Kg N/ha), con 262,5 cm, presentando un resultado inferior el A1 (0 Kg N/ha), con 224,5cm. (Cuadro 8 y Grafico 3)

El nitrógeno es el elemento que puede generar mayor impacto en el crecimiento del cultivo de maíz en casi todos los sistemas de producción, en el presente ensayo vemos una respuesta diferente proporcional entre la dosis de N provistas desde una fuente química como es la UREA, ya que a mayor dosis, mayor altura de planta sin embargo la dosis más alta fue provista desde la adición de MO al cultivo, lo que genera un punto de inflexión negativo en base a lo sucedido con la fuente química; pero en ambos escenarios puede inferir una fuerte dependencia del N sobre las características del desarrollo vegetativo del maíz.





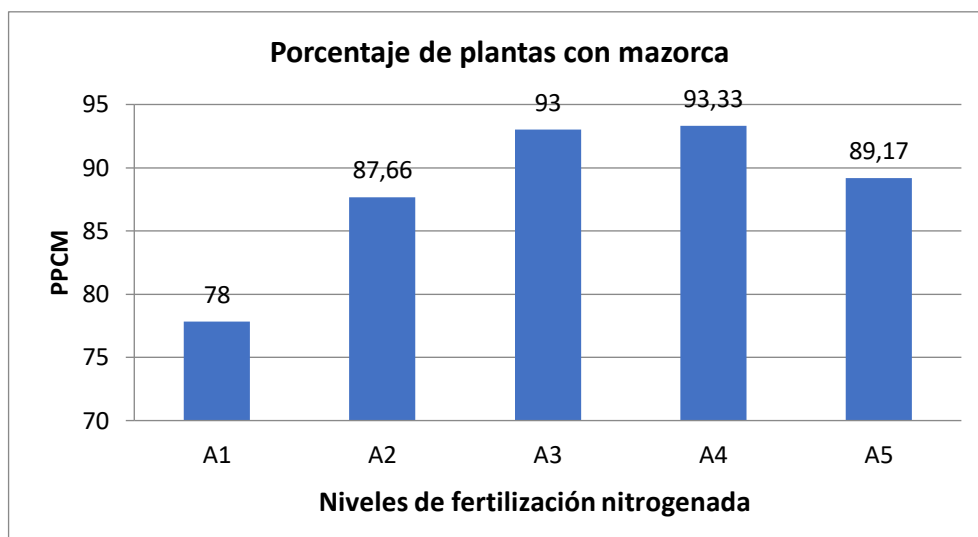
**Gráfico N.º 4.** Promedios para la variable Altura de inserción de la mazorca para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.

En relación a los niveles de fertilización nitrogenada en la variable Altura de inserción a la mazorca se reportó que fue altamente significativa (\*\*) y presentó una media general de 149,67 cm y un coeficiente de variación de 7,46 %.

Se registró el promedio más alto que corresponde al nivel de fertilización A4 (120 Kg N/ha) con 159,33 cm, seguido del A3 (80 Kg N/ha), con 156 cm y el promedio bajo se reportó en el A1 (0 Kg N/ha), con 133,67 cm.

Estos resultados para la Altura de inserción a la mazorca demuestran que los atributos varietales de INIAP-111, dependieron en gran parte de su interacción genotipo/fertilizante. La aplicación de la fertilización nitrogenada en el suelo ayuda a la planta a desarrollar de mejor manera, sobre todo cuando la disponibilidad de nitrógeno es suficiente, obteniendo una mayor altura, por ende, también aumenta la altura de inserción de la mazorca.

Nuevamente se observa una línea de proporcionalidad directa, ya que al incrementar la dosis de N se incrementa la altura de inserción de la mazorca, y guarda una gran relación con la característica de altura de planta.

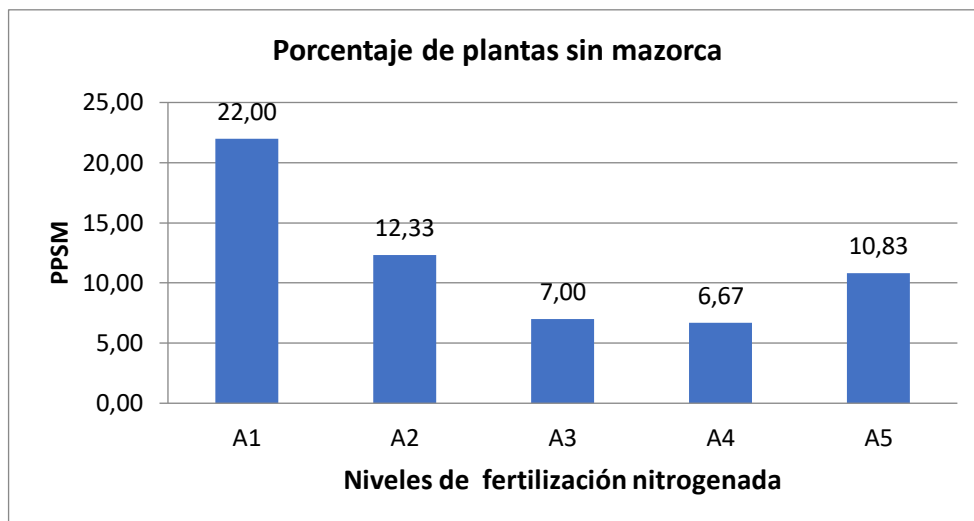


**Gráfico N.º 5.** Promedios para la variable Porcentaje de plantas con mazorca para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.

Para el factor A niveles de fertilización nitrogenada en cuanto a la variable porcentaje de plantas con mazorcas esta fue altamente significativa (\*\*) y se registró una media general de 88,23 %, con un coeficiente de variación de 7,13 %.

Los promedios más altos se presentaron en: A4 (120 Kg N/ha), con 93,33 %, seguido del A3 (80 Kg N/ha), con 93 % por el contrario, el que presentó un menor promedio fue A1 (0 Kg N/ha), con 78 %.

La presencia de la mazorca en las plantas, es una característica varietal, que puede estar influenciada en gran medida por las condiciones edafoclimáticas del lugar, pero para el presente caso se presenta una clara relación de dependencia con el uso y dosis de UREA. El N, tuvo una relación directa con la formación y presencia de las mazorcas en las plantas; notando una mayor eficiencia en los tratamientos de fuente química versus la fuente biológica (eco abonaza).

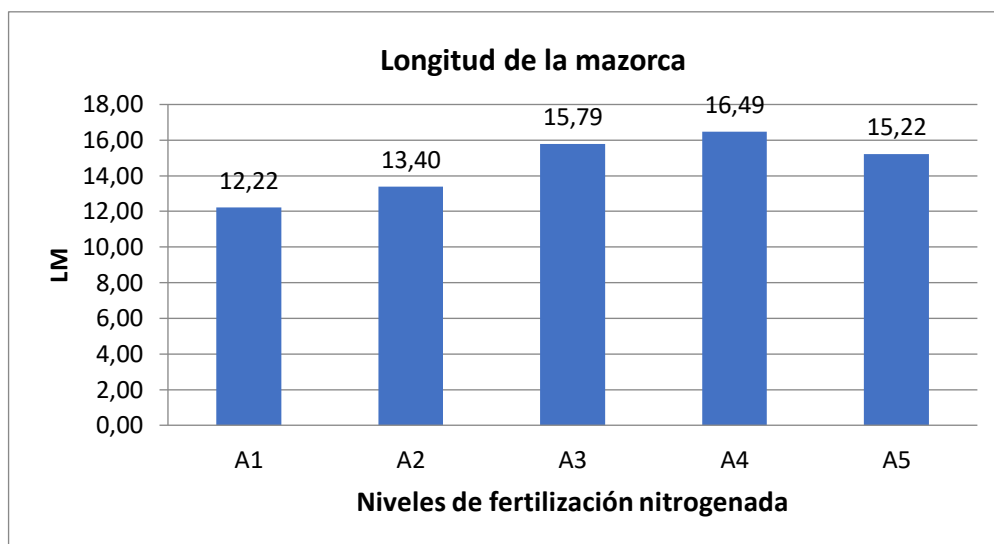


**Gráfico N.º 6.** Promedios para la variable Porcentaje de plantas sin mazorca para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.

Según el análisis de varianza los factores evaluados registraron respuestas estadísticas diferentes, obteniendo un coeficiente de variación de 53,49% y una media general de 10,83% (Cuadro 8).

Se estableció que en el tratamiento A1 (0Kg N/ha) Se presentó el mayor promedio con 22%; el menor porcentaje presentó el A4 (120Kg N/ha) con 6,67% de plantas sin mazorca.

La fructificación en las plantas, está estrechamente relacionada con la calidad de sus procesos nutricionales que en muchos casos están condicionados por los suplementos fertilizantes empleados para el efecto. En el presente estudio se puede decir que las plantas que no recibieron una fertilización adecuada no pudieron formar mazorcas en un 22%, aspecto que podía condicionar en alta medida la eficiencia agronómica del cultivo.



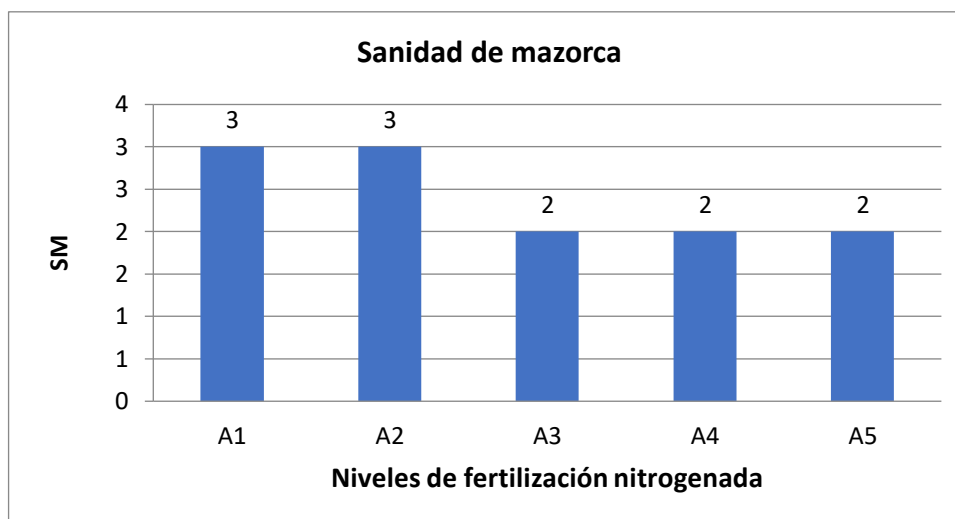
**Gráfico N.º 7.** Promedios para la variable Longitud de la mazorca para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.

La respuesta agronómica a los niveles de fertilización nitrogenada en cuanto a la variable Longitud de mazorca fue diferente (\*\*) con una media general de 14,62 cm, y un coeficiente de variación de 9,61%. (Cuadro 8)

Los promedios superiores que presentaron en: A4 (120Kg N/ha) con 16,49 cm, seguido del A3 (80 Kg N/ha) con 15,79 cm, por el contrario, el que presentó un menor promedio es A1 (0 Kg N/ha) con 12,22 cm.

La variable longitud de mazorca es una característica varietal, la cual, en la presente investigación, estuvo sujeta en gran parte a la dosis de fertilización nitrogenada aplicada a la planta.

Su reacción como ya se observó, respondió favorablemente a las dosis de Nitrógeno, pudiendo inferir que este mineral actúa directamente sobre las estructuras y tejidos responsables del crecimiento longitudinal de la mazorca; pudiendo incidir favorablemente sobre la productividad si se consigue además un buen llenado de grano, en dependencia de los factores climáticos presentes.



**Gráfico N.º 8.** Promedios para la variable Sanidad de mazorca para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.

La respuesta agronómica a los niveles de fertilización nitrogenada en cuanto a la variable Sanidad de la mazorca (SM) fue diferente (\*) y se registró una media general de 2 (1-10%) considerada como pudrición ligera, con un coeficiente de variación de 19,51 %. (Cuadro 8)

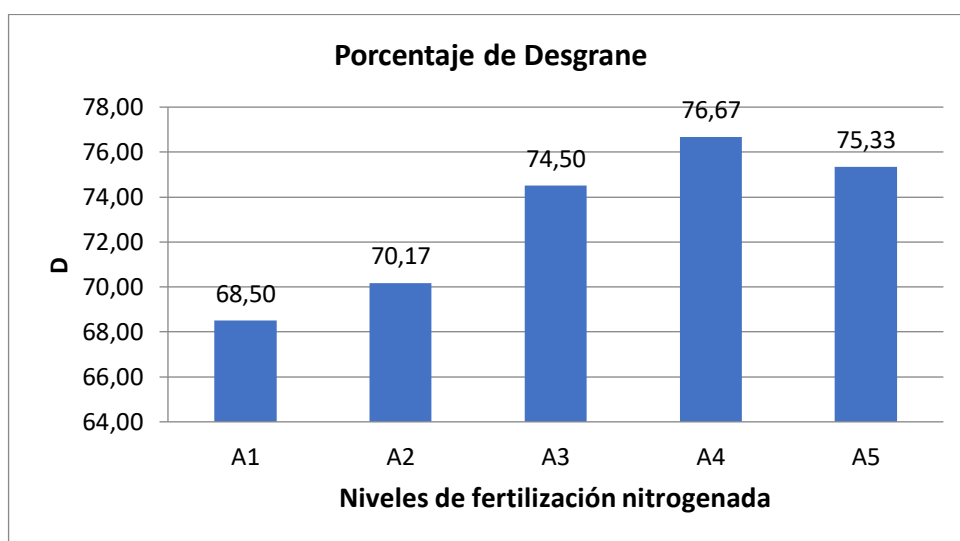
La escala propuesta para calificar la Sanidad de mazorca, fue propuesta por el CIMMYT, 1986. Dónde: 1: Pudrición ausente; 2: Pudrición ligera (1-10% de granos afectados); 3: Pudrición moderada (11-25% de granos afectados); 4: Pudrición severa (26-50% de granos afectados); y 5: Pudrición muy severa (51-75% de granos afectados); 6: Pudrición extrema (76-100% de granos afectados);

Valor	% de granos afectados	Calificación	Valor medio
1	0%	Pudrición ausente	0
2	1-10%	Pudrición ligera	5.5
3	11-25%	Pudrición moderada	18
4	26-50%	Pudrición severa	38
5	51-75%	Pudrición muy severa	63
6	76-100%	Pudrición extrema	88

Se estableció que los Niveles A1 (0 kg N/ha) y A2 (40 kg N/ha) registraron una mayor escala con 3 que corresponde a 11-25% de infección considerada como

podrición moderada, por el contrario, los de menor escala fueron A3 (80 Kg N/ha), A4 (120 Kg N/ha) y A5 (160 Kg N/ha) con 2 la cual representa de 1-10%, considerada como pudrición ligera.

En esta investigación se confirma que esta variable es de carácter varietal la cual dependen de su interacción genotipo/ambiente y particularmente de la nutrición equilibrada del cultivo lo cual con lleva a obtener en su mayoría mazorcas completamente sanas, cabe recalcar según los datos del pluviómetro no existió exceso de humedad.

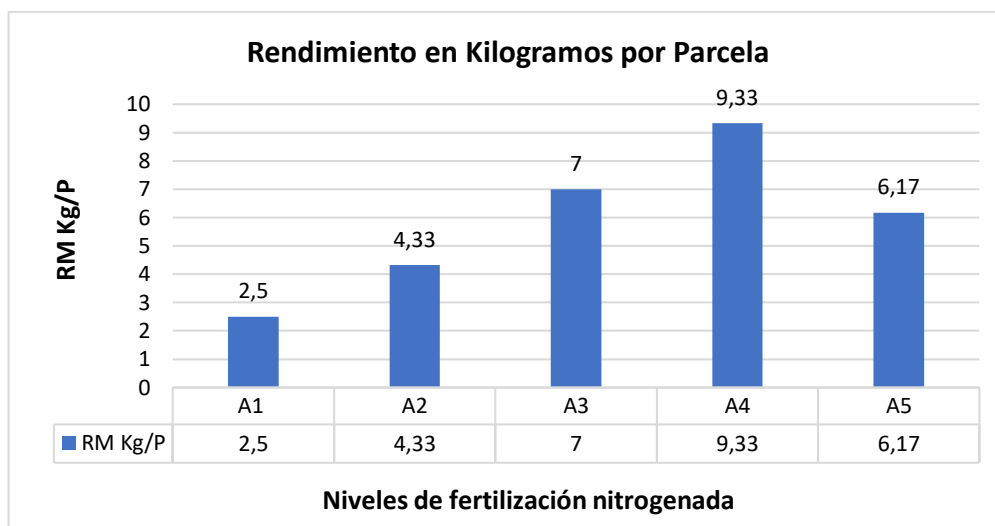


**Gráfico N.º 9.** Promedios de la variable Desgrane para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.

En relación a los niveles de fertilización nitrogenada en la variable Desgrane se reportó que esta fue significativa (\*) y presentó una media general de 73,03% y un coeficiente de variación de 6,72%. (Cuadro 8)

Los promedios superiores fueron: A4 (120 Kg N/ha) con 76,67%, seguido del A5 (160 Kg N/ha) con 75,33% por el contrario, el menor promedio es A1 (0Kg N/ha) con 68,50%.

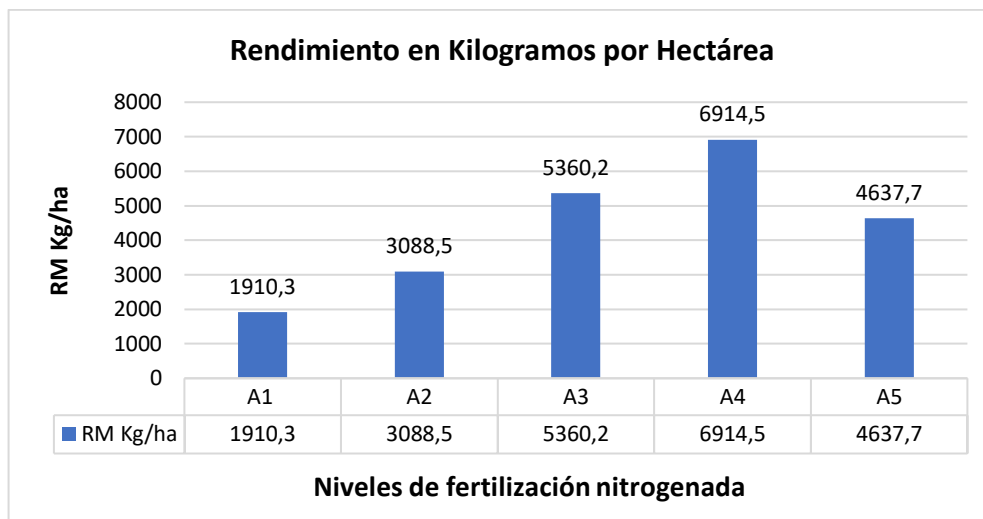
Se puede evidenciar claramente que el N generó un mejor y mayor llenado del grano, ya que la relación de densidad del grano a través de su peso se dio de manera positiva en los mayores niveles empleados de este mineral.



**Gráfico N.º 10.** Promedios a la variable Rendimiento de maíz en Kg/parcela y para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.

La respuesta a la dosis de fertilización nitrogenada aplicadas al suelo en cuanto a las variables Rendimiento de maíz en kg por parcela fue altamente significativa (\*\*) y reportó una media general de 5,87 RM Kg/p con un coeficiente de variación de 16,87 %.

Para la variable RM kg/p se calculó un promedio más alto en A4 con 9,33 kg, seguido del A3 con 7 kg, y el que presentó el promedio más bajo es A1 con 2,50 kg, en la cual se puede notar con claridad que el manejo de nitrógeno en el maíz al ser una gramínea juega un papel fundamental en relación al rendimiento, ya que el nitrógeno se considera como un nutriente que puede condicionar positiva o negativamente el cultivo de maíz, en su desarrollo vegetativo y productividad.



**Gráfico N.º 11 .** Promedios a la variable Rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad para el factor A (Niveles fertilización nitrogenada) en la granja experimental Laguacoto III.

La respuesta a las dosis de fertilización nitrogenada aplicadas al suelo en cuanto a la variable Rendimiento de maíz en kg por hectárea fue altamente significativa (\*\*) con una media general de 4382,4 Kg/ha y con un coeficiente de variación de 15,34%.

La relación de dependencia de kg/Parcela, se mantiene proporcionalmente en la respuesta de kg/ha, encontrando el promedio más alto en A4 con 6914,5 kg, seguido del A3 con 5360,2 kg y el que presentó el promedio más bajo es A1 con 1910,3 kg por hectárea, por tanto, se puede inferir que al aumentar la dosis de N estarían otorgando los mejores resultados en relación a volumen de producto, eficiencia química y agronómica en el cultivo de maíz suave.

En la aplicación de fertilizantes nitrogenados, es importante tomar en cuenta los factores bioclimáticos como precipitación, temperatura, humedad, ya que estos favorecen la disponibilidad de nutrientes y puede generar un mejor y más eficiente metabolismo en los procesos fotosintéticos y fisiológicos de la planta.



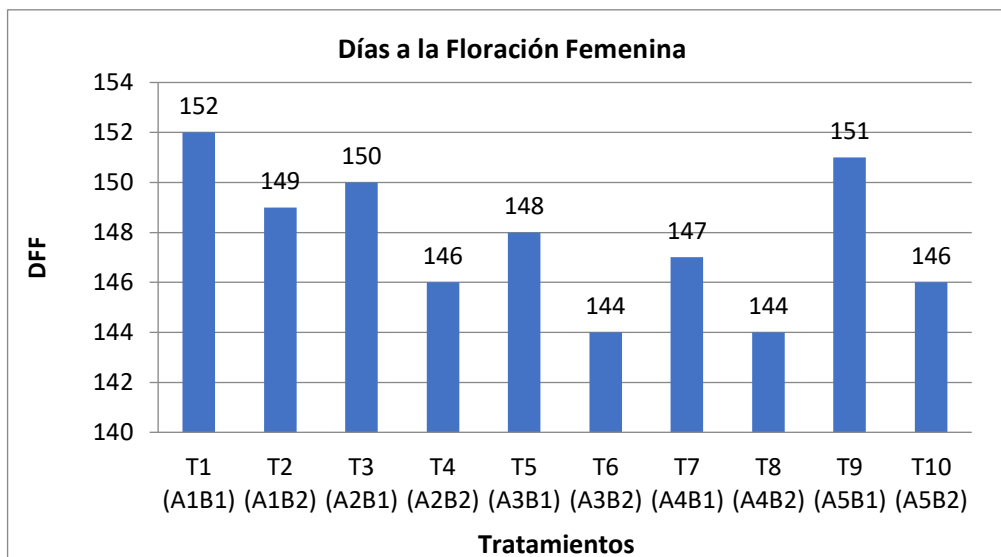
### 4.3. Interacción de factores (AxB): Niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra

**Cuadro N.º 9.** Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios en la interacción de factores AxB (Niveles de fertilización nitrogenada por densidades de siembra)

Variables	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Media G:	C.V	U.M
PE (Ns)	87,00 A	89,00 A	86,00 A	88,00 A	86,33 A	81,33 A	84,33 A	81,33 A	87,00 A	87,33 A	85,76	5,02	%
DEF (Ns)	134,33 A	132,67 A	133,00 A	133,67 A	133,00 A	133,00 A	135,00 A	133,00 A	134,33 A	132,33 A	133,43	1,44	Días
DFE (**)	151,67 A,	149,00 ABC	150,33 AB	146,00 DE	148,33 BCD	144,33 E	147,33 CD	144,33 E	151,33 A	145,67 DE	147,83	0,67	Días
DCCH (**)	182,33 A	177,67 CD	181,00 AB	175,00 DE	178,67 BC	173,33 E	177,33 CD	173,00 E	181,67 A	175,00 DE	177,50	0,59	Días
AP (**)	220,33 C	229,67 BC	232,33 BC	248,00 ABC	252,33 ABC	262,33 AB	274,33 A	259,67 AB	254,00 AB	272,67 A	250,57	5,61	Cm
AIM (Ns)	133,00 A	134,33 A	141,33 A	146,67 A	151,67 A	160,33 A	159,33 A	159,33 A	153,33 A	157,33 A	149,67	9,16	Cm
DT (**)	1,46 C	1,74 ABC	1,54 BC	1,83 AB	1,71 ABC	2,01 A	1,74 ABC	2,01 A	1,68 ABC	1,94 A	1,76	6,32	Cm
DCS (*)	282,33 A	277,00 AB	273,33 B	277,00 AB	279,00 AB	276,67 AB	281,33 A	277,00 AB	279,33 AB	277,33 AB	278,03	0,86	Días
PAR (Ns)	3,00 A	2,66 A	4,33 A	2,66 A	6,33 A	1,66 A	5,66 A	2,33 A	2,33 A	3,33 A	3,43	73,68	%
PAT (Ns)	52,00 A	40,00 A	45,33 A	46,33 A	42,00 A	36,33 A	30,33 A	22,33 A	47,00 A	31,66 A	39,33	28,14	%
PPCM (*)	75,66 B	80,33 AB	86,00 AB	89,33 AB	90,66 AB	95,33 A	91,66 AB	95,00 AB	89,00 AB	89,33 AB	88,23	8,20	%

<b>PPSM (*)</b>	24,33 A	19,66 AB	14,00 AB	10,66 AB	9,33 AB	4,66 B	8,33 AB	5,00 AB	11,00 AB	10,66 AB	11,76	61,48	%
<b>PPCDM (Ns)</b>	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,66 A	1,33 A	0,33 A	3,66 A	0,33 A	4,33 A	1,06	196,65	%
<b>LM (**)</b>	12,00 E	12,43 CDE	12,18 DE	14,61 BC	14,46 BCD	17,17 A	16,46 AB	16,50 AB	13,71 CDE	16,71 AB	14,62	6,11	Cm
<b>DM (*)</b>	4,79 C	5,05 ABC	4,81 BC	5,21 AB	4,97 ABC	5,35 A	5,21 AB	5,31 A	4,98 ABC	5,33 A	5,10	2,63	Cm
<b>CM (Ns)</b>	1,00 A	1,00 A	1,00 A	1,00 A	1,33 A	1,66 A	1,33 A	1,66 A	1,00 A	1,33 A	1,23	33,10	Escala
<b>SM (*)</b>	2,00 B	3,33 A	2,33 B	2,66 AB	2,00 B	2,00 B	2,00 B	2,00 B	2,00 B	2,00 B	2,23	14,16	Escala
<b>D (Ns)</b>	67,00 A	70,00 A	70,66 A	69,66 A	74,33 A	74,66 A	74,66 A	78,66 A	74,33 A	76,33 A	73,03	7,36	%
<b>CHG (*)</b>	35,26 A	30,06 AB	26,10 B	29,76 AB	32,10 AB	29,76 AB	33,83 A	29,80 AB	32,20 AB	30,20 AB	30,91	7,94	%
<b>RM Kg/P (**)</b>	2,33 F	2,67 F	3,67 EF	5,00 DE	6,67 CD	7,33 BC	9,00 AB	9,67 A	5,00 DE	7,33 BC	5,87	13,57	Kg
<b>RH Kg/ha (**)</b>	1735,0 F	2086,7 EF	2680,0 DEF	3497,7 DE	5198,3 BC	5522,0 B	6601,7 AB	7227,3 A	3851,3 CD	5424,0 B	4382,4	12,61	Kg
<b>RCH (**)</b>	325,67 CD	296,00 D	420,33 BCD	329,00 CD	505,00 AB	422,67 BC	574,67 A	443,67 BC	419,33 BCD	385,67 BCD	412,20	9,94	Sacos

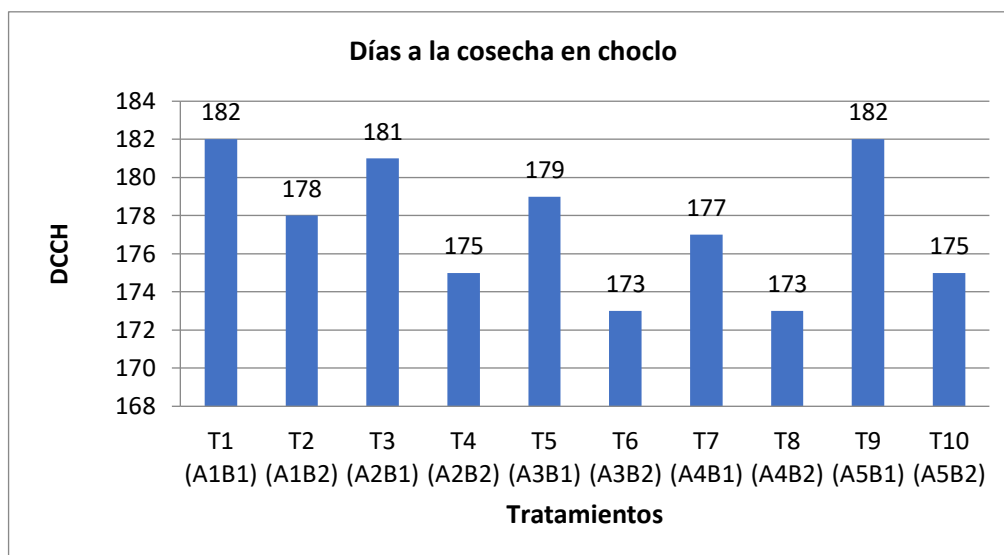
Realizado por el investigador. (NS) = No Significativo. (\*) Significativo al 5%. (\*\*) Altamente significativo al 1%. Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%. (CV) Coeficiente de variación (%).



**Gráfico N.º 12.** Promedios de Días a la floración femenina en la interacción de factores (Niveles fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III.

La respuesta de los tratamientos en cuanto a días a la floración femenina fue significativa. Los promedios más altos en la interacción de los factores se presentó en T1: A1B1 (0 Kg N/ha + 88888p/ ha) con 152 días, seguido de T9: (A5B1) (160 Kg N/ha + 88888p/ha) con 151 días, mientras el menor fue T6: A3B2 (80 Kg N/ha + 44444p/ha) y T8 (120 Kg N/ha + 44444p/ha) con 144 días.

Se puede observar que en general las plantas con mayor espacio entre sitios de siembra presentaron mayor precocidad en el apareamiento de la flor femenina, posiblemente por un mejor aprovechamiento de luz solar para sus funciones fisiológicas, y desde luego las dosis químicas altas en N (80-120 kg/ha) contribuyeron a un más en esta precocidad.



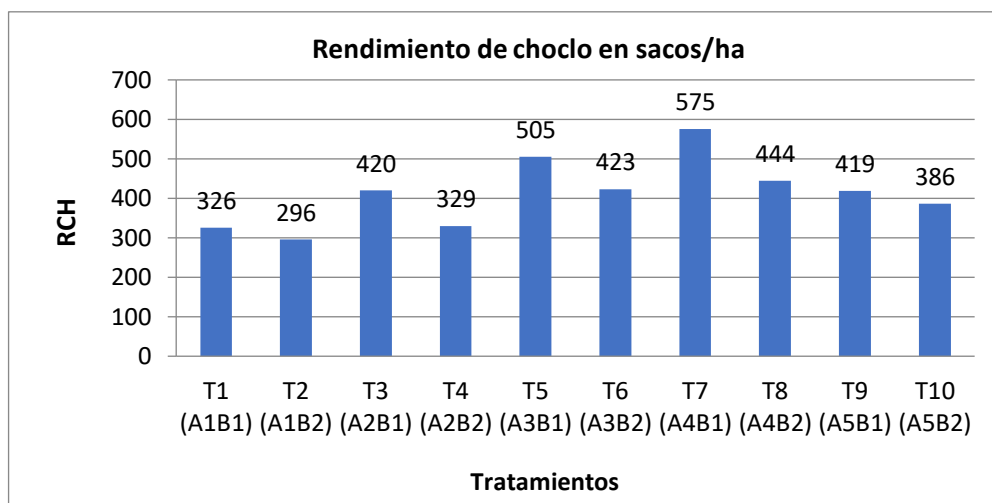
**Gráfico N.º 13.** Promedios de Días a la cosecha en choclo en la interacción de factores (Niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III.

La respuesta de los tratamientos en cuanto a la variable Días a la cosecha en choclo se determinó una respuesta altamente significativa. (Cuadro No. 9)

Para promedios de los tratamientos en cuanto a la variable DCCH, se cuantificó como el más tardío T1: A1B1 (0 Kg N/ha + 88888 p/ha) y T9: A5B1 (160 Kg N/ha + 88888 p/ha) con 182 días, mientras que los más precoces fueron T6: A3B2 (80 Kg N/ha + 44444p/ha) y T8: A4B2 (120 Kg N/ha + 44444 p/ha) con 173 días a la cosecha en choclo.

INIAP 2019 reporta que el maíz INIAP-111 Guagal mejorado tiene 208 días a la cosecha en choclo, la respuesta en esta investigación fue más rápida a lo expresado por INIAP para la provincia de Bolívar; esto demuestra que la combinación de la densidad con la fertilización nitrogenada puede inferir beneficiosamente en la variable días a la cosecha en choclo al acelerar el proceso de producción.

Se puede observar al igual que la variable días a la floración femenina, que la densidad de 0,90\*0,50m es la que genera mayor precocidad, así mismo las dosis altas de N contribuyen a una fructificación más rápida, pudiendo ser de beneficio para alcanzar una pronta cosecha y aprovechar los minerales.

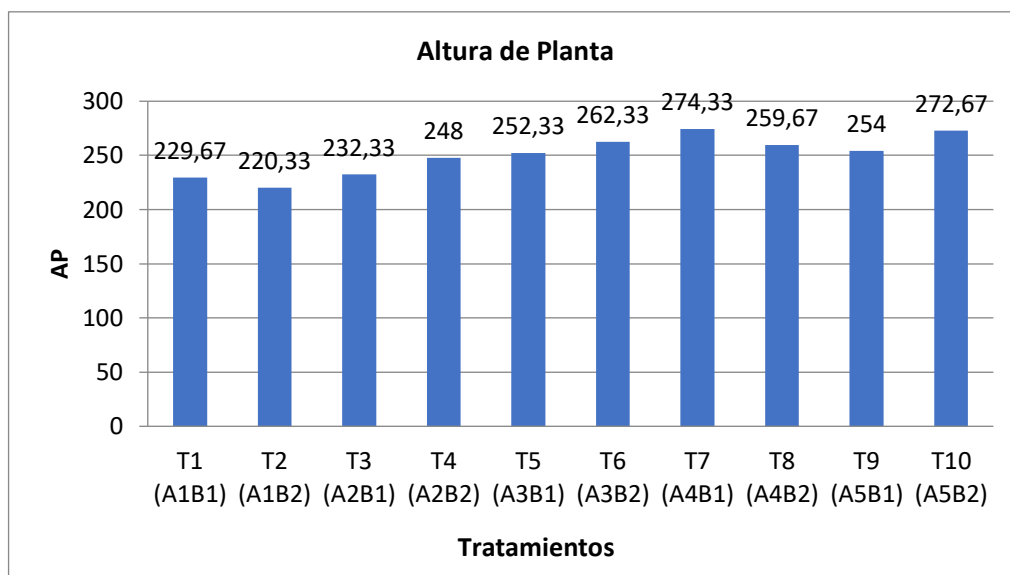


**Gráfico N.º 14.** Rendimiento de choclo en sacos/ha en la interacción de factores (Niveles fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III.

Para la interacción AxB niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra, en la variable Rendimiento en choclo fue altamente significativa (\*\*) la cual registró un promedio general de 412 sacos/ha.

Los mayores rendimientos se obtuvieron en T7 (A4B1: 120 Kg/ha + 88888 p/ha); con 575 sacos/ha; de primera 133 sacos, segunda 361 sacos y 81 sacos de tercera. seguido del T5 (A5B1: 80 Kg/ha + 88888 p/ha) con 505 sacos/ha; de primera 52 sacos, segunda 361 sacos y 86 sacos de tercera. seguido del T8 (A4B2: 120 Kg/ha + 44444 p/ha) con 444 sacos/ha; de primera 254 sacos, segunda 171 sacos y 19 sacos de tercera y T6 (A3B2: 80 Kg/ha + 44444 p/ha) con 423 sacos/ha; de primera 205 sacos, segunda 198 sacos y 20 sacos de tercera. respectivamente y el más bajo rendimiento por su parte fue el T2 (A1B2: 0 Kg/ha + 44444 p/ha) con 296 sacos/ha; de primera 40 sacos, segunda 158 sacos y 99 sacos de tercera seguido del T1 (A1B1: 0 Kg/ha + 88888 p/ha) con 326 sacos/ha; de primera 0 sacos, segunda 123 sacos y 202 sacos de tercera.

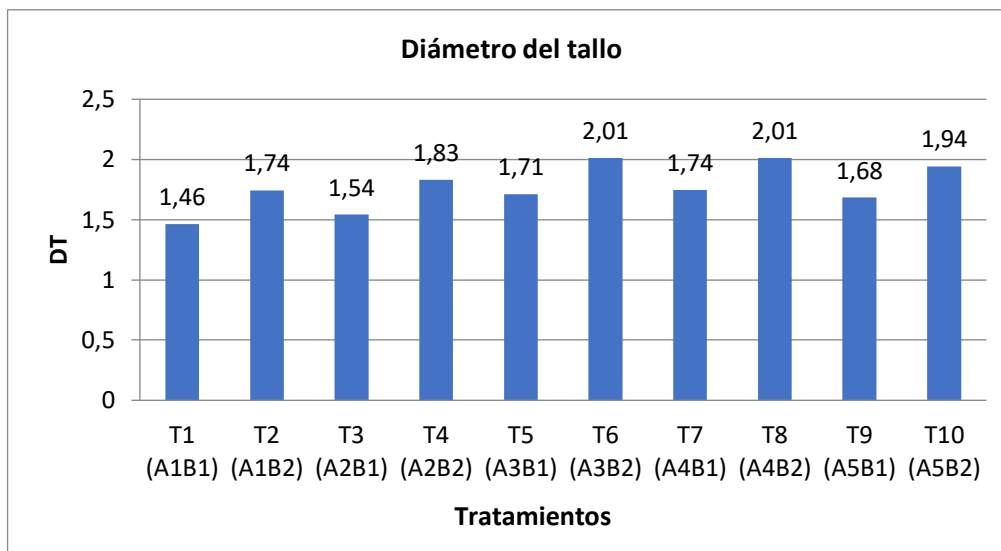
Existió en gran parte una relación directa entre el uso del nitrógeno y la densidad, el aumento del rendimiento de los cultivos de maíz en choclo es más alto, cuando el nivel de fertilización nitrogenado y densidad de siembra sea más elevados. Hay que tener en cuenta que las plantas también dependieron de diversos aspectos como son: ambientales, biológicas, manejo cultural para su mejor desarrollo.



**Gráfico N.º 15.** Promedios de Altura de planta en la interacción de factores (Niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III.

La respuesta a la interacción de factores AxB de los tratamientos fue diferente (\*), en cuanto a la variable altura de planta, esto quiere decir que la respuesta a los niveles de fertilización nitrogenada dependió de las densidades de siembra, los promedios más altos se presentaron en el tratamiento T7: A4B1 (120 Kg N/ha + 88888p/ha) con 274,33 cm, seguido por el T10: A5B2 (160 Kg N/ha + 44444p/ha) con 272,67 cm, mientras que el menor resultado obtuvo el T2: A1B2 (0 Kg N/ha + 44444p/ha) con 220,33 cm.

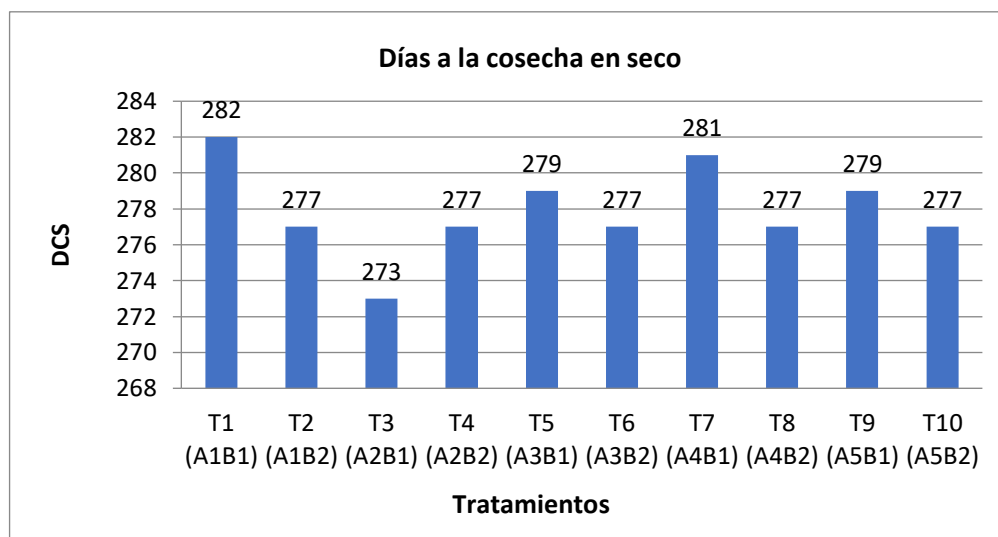
Aunque la respuesta fue diferente en todos los tratamientos, se puede inferir que estos cambios se debieron principalmente a las dosis de N y no tanto a las densidades de siembra, ya que los incrementos o decrementos entre las densidades del mismo nivel de fertilización no se presentaron excesivamente altos, cabe recalcar que la respuesta más evidente se sigue notando en las dosis altas de nitrógeno.



**Gráfico N.º 16.** Promedios de la variable Diámetro de tallo en la interacción de factores (Niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III.

La respuesta a los tratamientos fue altamente significativa (\*\*), en cuanto a la variable diámetro del tallo. La interacción de factores AxB fue dependiente para la variable DT, esto quiere decir que la respuesta a los niveles de fertilización nitrogenada dependió de las densidades de siembra, presentando los promedios más altos los tratamientos T6: A3B2 (80 Kg N/ha + 44444p/ha) y T8: A4B2 (120 Kg N/ha + 44444p/ha) con 2,01 cm seguido por el T10: A5B2 (160 Kg N/ha + 44444p/ha) con 1,94 cm mientras que el menor resultado obtuvo el T1: A1B1 (0 Kg N/ha + 88888p/ha) con 1,46 cm.

En los resultados, se pueden identificar que, sin importar el nivel de nitrógeno, siempre la densidad de 44444 p/ha generó tallos más gruesos, infiriendo que la eficiencia química del fertilizante está muy relacionada a las condiciones o manejo que se le dé al cultivo y en este caso específico a la competencia por luz que generan las densidades más altas, dando como efecto tallos más débiles y delgados.



**Gráfico N.º 17.** Promedios de la variable Días a la cosecha en seco en la interacción de factores (Niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III.

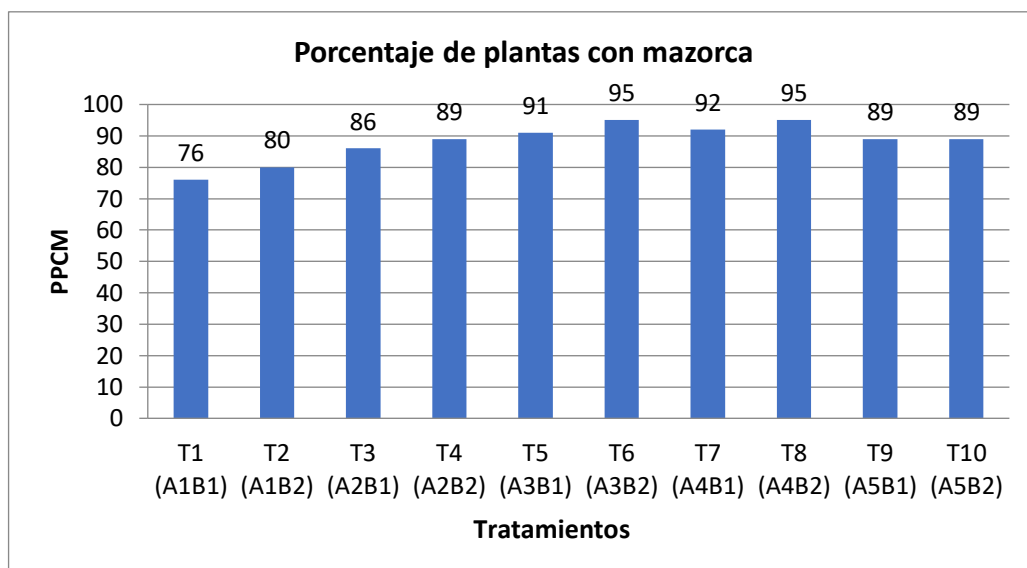
La respuesta de los tratamientos en cuanto a la variable días a la cosecha en seco fue significativa (\*) (Cuadro No. 9).

Para promedios de los tratamientos, se cuantificó como el más tardío T1 : A1B1 (0 Kg N /ha + 88888 p/h) con 282 días, seguido por el T7: A4B2 (120 Kg N/ha + 88888 p/h) con 281 días, mientras que los más precoces fueron T3: A2B1 (40 Kg N/ha + 88888p/ha) con 273 días seguidos del T2: A1B2 (0 Kg N/ha + 44444 p/ha), T4: A2B2 (40 Kg N/ha + 44444 p/ha), T6: A3B2 (80 Kg N/ha + 44444 p/ha), T8: A4B2 (120 Kg N/ha + 44444 p/ha), y T10: A5B2 (160 Kg N/ha + 44444 p/ha), con 277 días a la cosecha en seco.

INIAP 2019 reporta que el maíz INIAP-111 Guagal mejorado tiene 265 días a la cosecha en seco; la respuesta en este ensayo es similar a la expresado por INIAP para la provincia de Bolívar; esto confirma que esta variable es una característica varietal.

Además, se puede inferir que estadísticamente los niveles de fertilización no expresaron cambios importantes en esta variable, sin embargo, las densidades dentro del cultivo si producen un ligero incremento en el tiempo a la cosecha, quizás relacionado a la fuerte competencia sobre todo por luz solar para sus procesos fisiológicos.



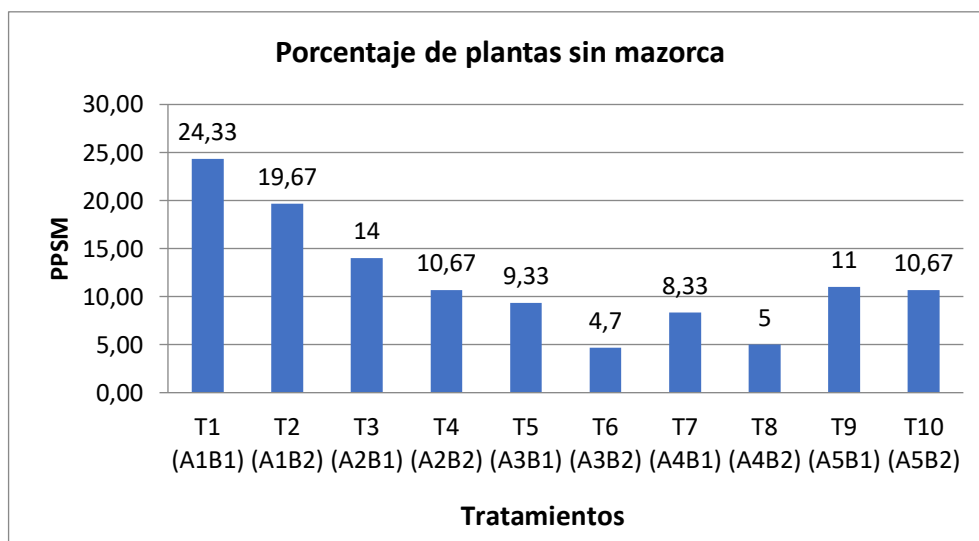


**Gráfico N.º 18.** Promedios de variable Porcentaje de plantas con mazorca en la interacción de factores (Niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III.

La respuesta de los tratamientos en relación a la variable porcentaje de plantas con mazorcas (PPCM), dependió de las densidades de siembra, y los niveles de fertilización nitrogenada. (Cuadro No. 9).

Los promedios más elevados se registraron en los tratamientos T6: A3B2 (80 kg N/ha + 44444 p/ha) y T8: A4B2 (120 kg N/ha + 44444 p/ha) con 95%, seguido del tratamiento T7: A4B1 (120 kg N/ha + 88888 p/ha) con 92%. El promedio inferior fue T1: A1B1 (0kg N/ha + 88888 p/ha) con 76% y el T2: A1B2 (0kg N/ha + 44444 p/ha) con 80%.

Se consideran plantas sin mazorca a aquellas que no tienen grano, aunque se haya formado el fruto (raquis o tusa), y para el presente estudio se observó que la eficiencia agronómica del cultivo, está muy relacionado a la eficiencia química de la fertilización con nitrógeno, ya que las dosis altas de este elemento estarían otorgando un mejor proceso de fecundación y llenado de grano hasta llegar a la cosecha.

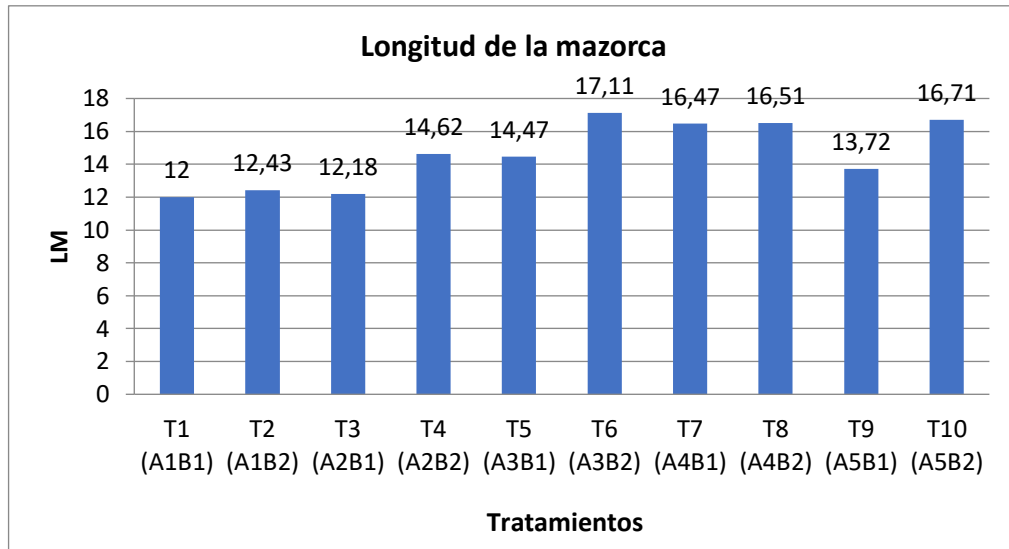


**Gráfico N.º 19.** Promedios de Porcentaje de plantas sin mazorca en la interacción de factores (Niveles fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III.

La respuesta de los tratamientos fue diferente (\*), en cuanto a la variable porcentaje de plantas sin mazorcas. En la interacción de factores AxB estos fueron condicionantes, es decir que los niveles de fertilización nitrogenada y las densidades de siembra, generaron cambios en el cultivo de maíz.

Los promedios más elevados se registraron en los tratamientos T1: A1B1 (0 kg N/ha + 88888 p/ha) con 24,33% y T2: A1B2 (0 kg N/ha + 44444 p/ha) 19,67% mientras el promedio inferior se registró en los tratamientos T6: A3B2 (80 kg N/ha + 44444 p/ha) con 4,7% y T8: A4B2 (120kg N/ ha +44444p/ha) con 5%. (Gráfico No. 19).

En este caso se puede inferir claramente como la eficiencia química de este elemento se transforma en eficiencia agronómica para el cultivo, por lo cual dependió tanto de los niveles de fertilización nitrogenada y densidad de siembra, mientras que la planta tenga disponibilidad de nutrientes y densidades de siembra adecuadas va a tener una mayor producción, reflejado en plantas con mazorca, mientras que la carencia de este elemento hace que la planta no alcance un llenado de grano eficiente.

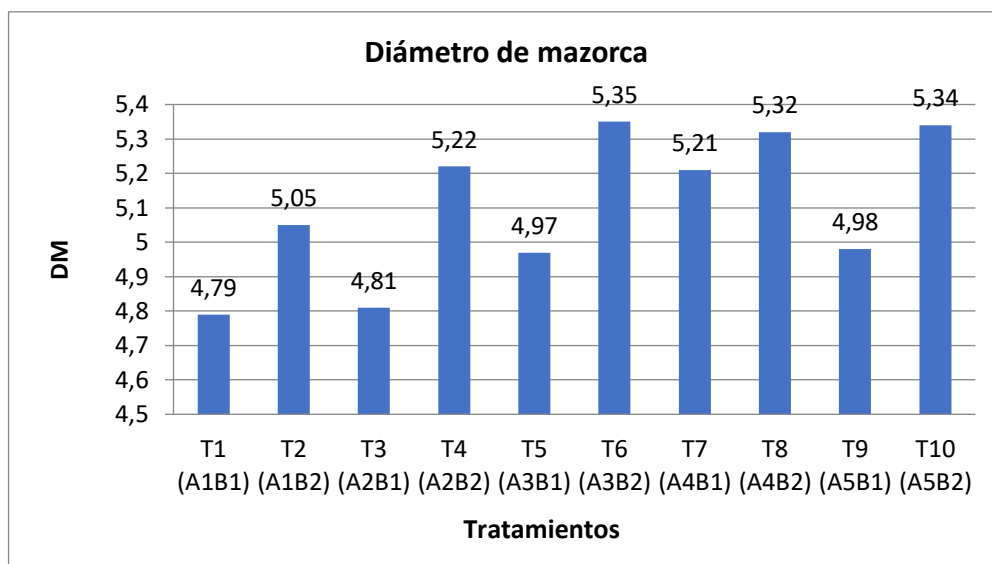


**Gráfico N.º 20.** Promedios de longitud de mazorca en la interacción de factores (Niveles fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III.

La respuesta de los tratamientos en cuanto a la variable longitud de mazorca fue diferente (\*\*), (Cuadro No. 9) en cuanto a la interacción de factores AxB, fueron condicionantes, para la respuesta obtenida.

Los promedios más elevados se registraron en los tratamientos T6: A3B2 (80 kg N/ha + 44444 p/ha) con 17,11 cm y T10: A5B2 (160 kg N/ha + 44444 p/ha) con 16,71 cm, mientras el promedio inferior fue T1: A1B1 (0 kg N/ha + 88888 p/ha) con 12 cm. (Grafico No.20)

Mediante esta investigación se pudo deducir que la longitud de mazorca está sujeta en gran parte a la correcta dosificación de fertilizante nitrogenado y densidades para que la planta puede aprovechar los nutrientes que requiera. A más de las características varietales, son importantes las condiciones climáticas y época de siembra, así como el manejo del cultivo para una normal distribución de las plantas que permita alcanzar una mejor eficiencia en la fecundación y formación de la mazorca.



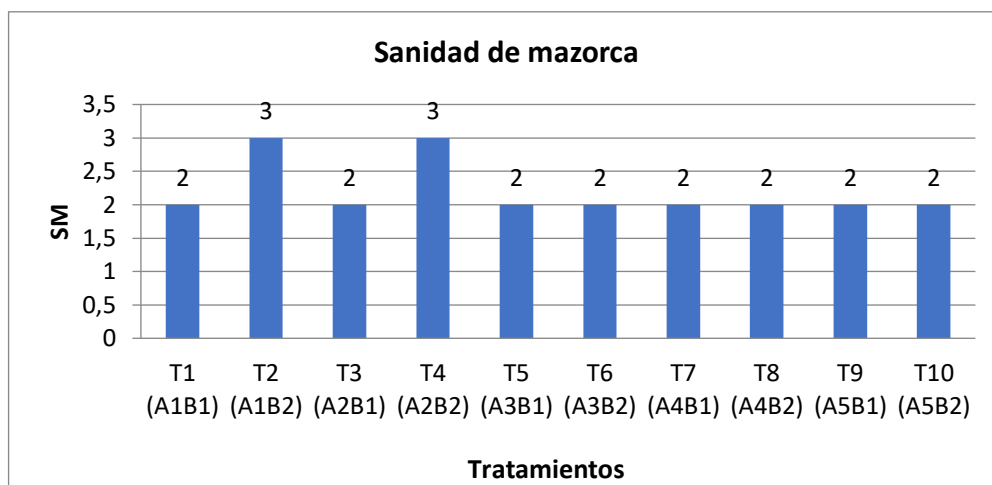
**Gráfico N.º 21.** Promedios de Diámetro de mazorca en la interacción de factores (Niveles fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III.

La respuesta a los tratamientos fue diferente (\*), en cuanto a la variable diámetro de la mazorca.

Los promedios más altos en la interacción de los factores se presentó en los tratamientos T6: A3B2 (80 Kg N/ha + 44444p/ha) con 5,35 cm, seguido de T10: A5B2 (160 Kg N/ha + 44444p/ha) con 5,34 cm y T8: A4B2 (120 Kg N/ha + 44444p/ha) con 5,32 cm, mientras el menor fue T1: A1B1 (0 Kg N/ha + 88888p/ha) con 4,79 cm.

El diámetro de la mazorca, es uno de los componentes del rendimiento que puede influir sobre la productividad del cultivo ya que, a mayor diámetro, se podría obtener más cantidad de granos o granos de mayor tamaño.

Se puede establecer que al igual que la longitud de la mazorca, el diámetro estuvo más seleccionado al nivel óptimo de N que a la densidad de las plantas, y se va viendo claramente que los niveles más adecuados desde el punto de vista agronómico para la zona de Laguacoto pudieron ser de entre 80 y 160 kg N/ha.



**Gráfico N.º 22.** Promedios de Sanidad de mazorca en la interacción de factores (Niveles fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III.

La respuesta a los tratamientos fue diferente (\*), en cuanto a la variable sanidad de mazorca. La respuesta dependió de los niveles de la fertilización nitrogenada y las densidades de siembra.

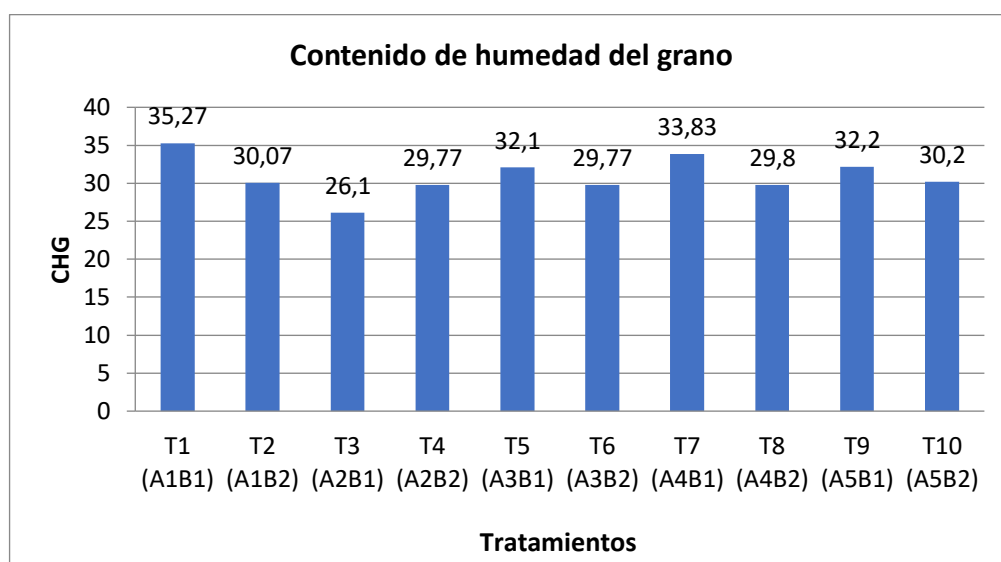
La escala propuesta para calificar la Sanidad de mazorca por CIMMYT, plantea:

Valor	% de granos afectados	Calificación	Valor medio
1	0%	Pudrición ausente	0
2	1-10%	Pudrición ligera	5.5
3	11-25%	Pudrición moderada	18
4	26-50%	Pudrición severa	38
5	51-75%	Pudrición muy severa	63
6	76-100%	Pudrición extrema	88

Los promedios más elevados se registraron en los tratamientos T2:A1B2 (0 kg N/ha + 44444 p/ha) y T4: A2B2 (40kg N/ha + 44444 p/ha) con una escala de 3 que corresponde a una afectación de 11-25% considerada como pudrición moderada, por el contrario, los que presentaron una menor escala fueron T1: A1B1 (0 kg N/ha + 88888p/ha), T3: A2B1 (40kg N/ha + 88888 p/ha), T5: A3B1 (80 kg N/ha + 88888p/ha), T6: A3B2 (80 kg N/ha + 44444 p/ha), T7: A4B1 (120 kg N/ha + 88888p/ha), T8: A4B2 (120 kg N/ha + 44444 p/ha), T9: A5B1 (160 kg N/ha + 88888p/ha) y T10: A5B2 (160 kg N/ha + 44444 p/ha), con escala 2 que representa de 1-10%, considerada como pudrición ligera.

Se puede observar claramente que la pudrición de la mazorca en general no estuvo asociada a los factores en estudio, aunque en dos tratamientos se presenten lecturas diferentes, quizás más relacionadas al azar en el proceso de muestreo.

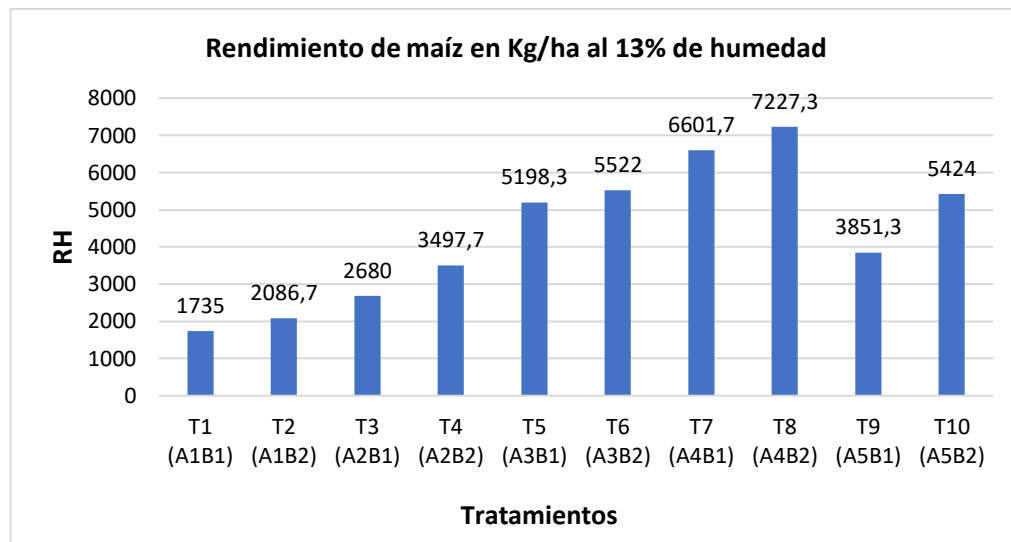
El maíz INIAP-111 presentó un buen nivel de resistencia, asociado desde luego a una buena cobertura de brácteas, un control fitosanitario integral para ataque de plagas de la mazorca y la presencia de condiciones edafoclimáticas adecuadas en el periodo de evaluación, demostrando además él porque es una variedad con las mejores características para la provincia Bolívar en cada uno de sus nichos de producción.



**Gráfico N.º 23.** Promedios de Contenido de humedad del grano en la interacción de factores (Niveles fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Laguacoto III.

La respuesta de los tratamientos en cuanto a la variable contenido de humedad de grano fue diferente (\*). (Cuadro No. 9), Los promedios más elevados se registraron en los tratamientos T1: A1B1 (0 kg N/ha + 88888p/ha) con 35,27 cm seguido del T7: A4B1 (120 kg N/ha + 88888 p/ha) con 33,83 cm, mientras, el promedio inferior se registró en el tratamiento T3: A2B1 (40 kg N/ha + 88888 p/ha) con 26,1cm (Cuadro No. 9 y Gráfico No.23)

Mediante estos resultados se puede indicar que los niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra, actuaron de alguna manera en la precocidad de los tratamientos, característica relacionada a varios procesos fisiológicos y a lo descrito anteriormente, debiendo anotar como aspecto importante que las densidades altas de siembra generaron un retraso en la maduración de la mazorca y por ende mayor humedad de grano.



**Gráfico N.º 24.** Rendimiento de maíz en Kg/ha al 13% de humedad en la interacción de factores (Niveles fertilización nitrogenada y densidades de siembra) (AxB) en la granja experimental Lagucoto III.

La respuesta de los tratamientos en cuanto a la variable rendimiento en Kg/ha fue altamente significativa (\*\*), es decir, dependió de los niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra, presentando una media general de 4382.4 Kg/ha.

Los rendimientos más altos fueron: T8 (A4B2: 120 Kg/ha de N + 44444 p/ha) con 7227,3 Kg/ha; T7 (A4B1: 120 Kg/ha + 88888 p/ha) 6601,7 Kg/ha y T6 (A3B2: 80 Kg/ha + 44444 p/ha); 5522 Kg/ha; y el más bajo fue el T1 (A1B1: 0 Kg/ha + 88888 p/ha) con un promedio de 1735 Kg/ha y T2 (A1B2: 0 Kg/ha + 44444 p/ha) con un promedio de 2086,7 Kg/ha.

En esta investigación los componentes que influyeron en el rendimiento podrían haber sido: altura de planta, diámetro y longitud de la mazorca, porcentaje de plantas con dos mazorcas, rendimiento en kilogramos por parcela, presentando una dependencia de los niveles de fertilización nitrogenada y densidades de siembra. Siendo el nivel de fertilización de 120 kg/ha y densidad de 44444 p/ha, más eficaces, primordialmente por la suficiente disponibilidad de nutrientes para la planta, lo que pudo incidir en una mayor eficiencia química del nitrógeno, para la absorción de la planta. En la fertilización de 0 kg/ha y densidad de 88888 p/ha, se obtuvo el menor rendimiento, debido a que este tratamiento fue considerado como testigo y presentó un déficit de nutrientes en especial de nitrógeno ya que al ser una gramínea necesita grandes cantidades de este elemento para desarrollarse; y cumplir sus funciones fisiológicas.

**Cuadro N.º 10.** Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) que presentaron una significancia negativa y positiva con el rendimiento (Y).

<b>Variables independientes</b>	<b>Coefficiente de correlacion (r)</b>	<b>Coefficiente de regresion (b)</b>	<b>Coefficiente de determinacion (R<sup>2</sup>) %</b>
Altura de planta (**)	0,88	91,78	77,07
Diámetro del tallo (**)	0,73	7444,95	53,09
Altura de inserción de mazorca (**)	0,93	171,69	87,06
Días ala cosecha choclo (**)	-0,67	-370,42	44,38
Rendimiento en choclo (**)	0,73	16,38	53,85
Porcentaje de acame tallo (**)	-0,86	-179,33	74,52
Porcentaje acame raíz (*)	0,17	210,95	2,88
Porcentaje de plantas con dos mazorcas (**)	0,62	745,53	38,78
Porcentaje de plantas con mazorca (**)	0,88	271,34	77,01
Porcentaje de plantas sin mazorcas (**)	-0,88	-271,34	77,01
Diámetro de la mazorca (**)	0,74	6591,72	54,39
Longitud de la mazorca (**)	0,91	860,25	82,39
Rendimiento por parcela (**)	1,00	740,74	100,00

**Fuente:** Investigación de campo 2022.

\*Significativo al 5%. \*\* Altamente significativo al 1%.



## **Correlación**

Correlación es la estrechez positiva o negativa entre dos variables. Su valor máximo es +/-1 y no tiene unidades (Monar C. 2002).

En esta investigación se presentaron valores de correlación altamente significativos y positivos entre los componentes: altura de planta, diámetro del tallo, altura de inserción de mazorca, rendimiento en choclo, porcentaje de acame de raíz, porcentaje de plantas con dos mazorcas, número de plantas con mazorca, diámetro de la mazorca, longitud de la mazorca, rendimiento por parcela,; y una estreches negativa entre días a la cosecha en choclo, porcentaje de acame de tallo y plantas sin mazorca (Cuadro No. 10), pudiendo observar el grado de influencia sobre la respuesta productiva de las plantas en donde la AIM como LM y RPP fueron determinantes sobre la productividad.

## **Regresión**

Regresión, es el incremento o disminución de la variable dependiente (Y), por cada cambio único de la variable (s) independiente (s) (Xs (Monar C. 2015) En esta investigación, los componentes que incrementaron el rendimiento de maíz evaluado en kg/ha al 13% de fueron: altura de plantas, diámetro del tallo, altura de inserción de mazorca, porcentaje acame de raíz, porcentaje de plantas con dos mazorcas, porcentaje de plantas con mazorca, diámetro de la mazorca, longitud de mazorca, rendimiento por parcela, el rendimiento de choclo y el contenido final de N en el suelo (Cuadro No. 10).

Los componentes que redujeron el rendimiento significativamente fueron: Días a la cosecha en choclo, porcentaje de acame de tallo, porcentaje de plantas sin mazorca, (Cuadro No. 10).

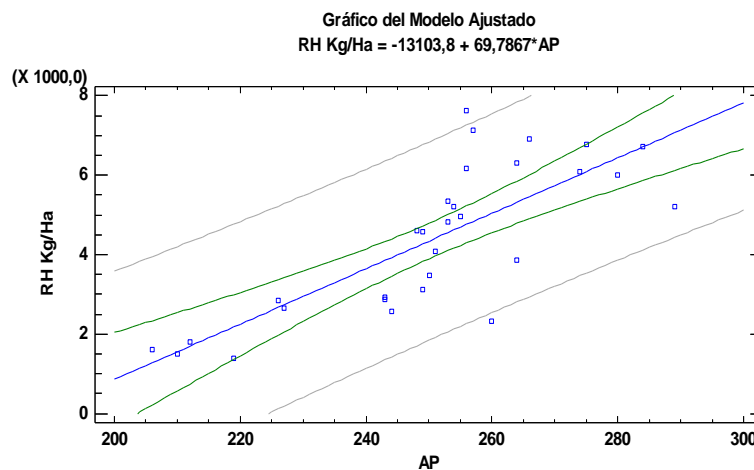
Se puede ver la sensibilidad que presentan los componentes agronómicos y del rendimiento sobre el resultado final del proceso productivo, en donde el DM y DT fueron los principales agentes de cambio.

## Coefficiente de Determinación (R<sup>2</sup>)

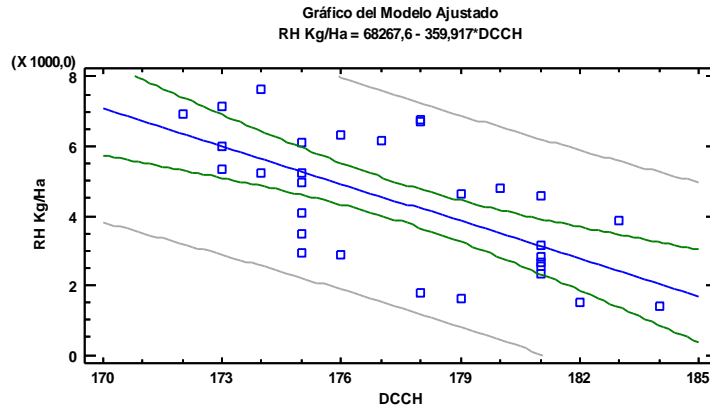
El coeficiente de determinación, se mide en porcentaje y explica en qué porcentaje se incrementó o disminuyó la variable dependiente por cada cambio único de la variable independiente (Monar C. 2013)

El coeficiente de determinación, es un estadístico que explica en qué porcentaje se reduce o incrementa el rendimiento por el cambio único de las variables independientes. El valor máximo del R<sup>2</sup> es 100% (Ajuste perfecto); sin embargo, valores inferiores, significa que hay otros factores que están incidiendo sobre la reducción o incremento del rendimiento de la variable dependiente.

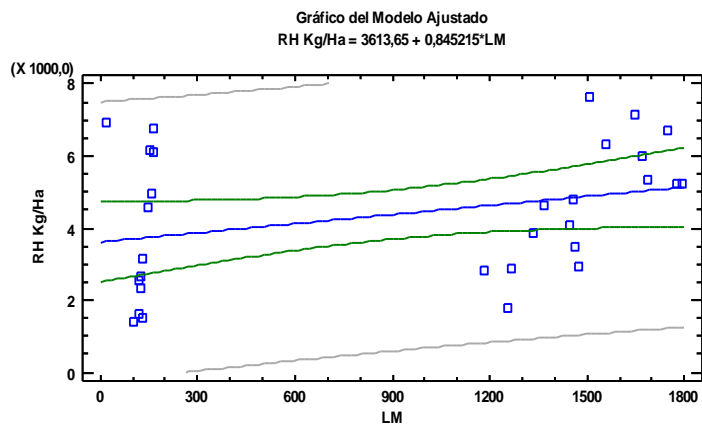
Los componentes del rendimiento influenciaron en mayor grado los niveles de productividad en el experimento fueron longitud de mazorca y el rendimiento de la gramínea a dentro de cada parcela experimental, pudiendo ver claramente una eficiencia positiva final en el manejo del presupuesto para la investigación.



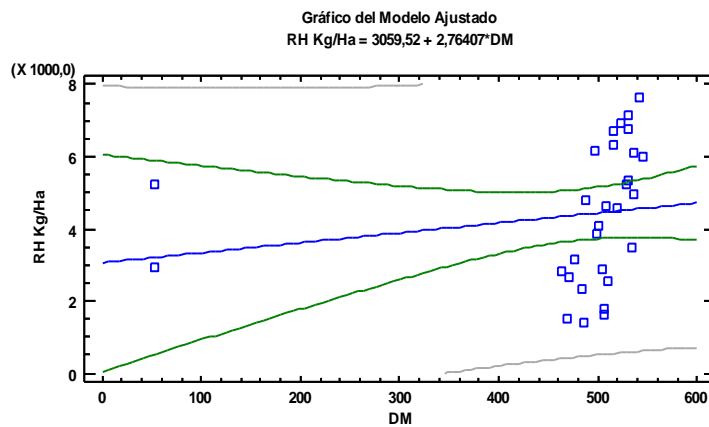
**Gráfico N.º 25** Regresión lineal Altura de planta versus el Rendimiento de maíz seco en kg/ha.



**Gráfico N.º 26** Regresión lineal Días a la cosecha en choclo versus el Rendimiento de maíz seco en kg/ha.



**Gráfico N.º 27** Regresión lineal Longitud de mazorca versus el Rendimiento de maíz seco en kg/ha.



**Gráfico N.º 28** Regresión lineal Diámetro del tallo versus el Rendimiento de maíz seco en kg/ha.

#### 4.4. Análisis económico

**Cuadro N.º 11.** Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP). Cultivo: maíz suave en seco variedad INIAP-111. Laguacoto, Guaranda. 2022.

Concepto	Tratamientos									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
<b>Rendimiento Promedio en Kg/ha</b>	1734,97	2086,81	2680,07	3497,58	5198,55	5521,85	6601,89	7227,29	3851,23	5424,01
<b>Ingreso Bruto</b>	1718,38	2088,66	2652,52	3496,60	5267,75	5676,48	6672,67	7488,14	3838,71	5556,86
<b>A. COSTOS VARIABLES</b>	<b>1118,85</b>	<b>1073,80</b>	<b>1346,55</b>	<b>1355,35</b>	<b>1732,85</b>	<b>1672,80</b>	<b>1985,40</b>	<b>1964,80</b>	<b>1518,65</b>	<b>1639,00</b>
<b>1. Preparación del Suelo:</b>	<b>224,00</b>	<b>209,00</b>	<b>224,00</b>	<b>209,00</b>	<b>224,00</b>	<b>209,00</b>	<b>224,00</b>	<b>209,00</b>	<b>224,00</b>	<b>209,00</b>
Análisis de suelo	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00
Labranza de la tierra	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Control de malezas	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
Tape	78,00	63,00	78,00	63,00	78,00	63,00	78,00	63,00	78,00	63,00
<b>2. Siembra:</b>	<b>330,00</b>	<b>259,50</b>	<b>330,00</b>	<b>259,50</b>	<b>330,00</b>	<b>259,50</b>	<b>330,00</b>	<b>259,50</b>	<b>330,00</b>	<b>259,50</b>
Semillas	96,00	42,00	96,00	42,00	96,00	42,00	96,00	42,00	96,00	42,00
Desinfectante	3,00	1,50	3,00	1,50	3,00	1,50	3,00	1,50	3,00	1,50
Siembra	60,00	45,00	60,00	45,00	60,00	45,00	60,00	45,00	60,00	45,00
Fertilización	171,00	171,00	171,00	171,00	171,00	171,00	171,00	171,00	171,00	171,00

<b>3. Labores culturales:</b>	<b>204,60</b>	<b>204,60</b>	<b>330,30</b>	<b>330,30</b>	<b>426,00</b>	<b>426,00</b>	<b>521,70</b>	<b>521,70</b>	<b>399,40</b>	<b>399,40</b>
Control de malezas	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00
Jornal	39,60	39,60	39,60	39,60	39,60	39,60	39,60	39,60	39,60	39,60
Jornal	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00	62,00
Control de plagas	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00
Fertilización	-	-	125,70	125,70	221,40	221,40	317,10	317,10	194,80	194,80
Foliar	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
<b>4. Cosecha:</b>	<b>360,25</b>	<b>400,70</b>	<b>462,25</b>	<b>556,55</b>	<b>752,85</b>	<b>778,30</b>	<b>909,70</b>	<b>974,60</b>	<b>565,25</b>	<b>771,10</b>
Desoje	156,25	156,25	156,25	156,25	156,25	156,25	156,25	156,25	156,25	156,25
Desgrane	134,00	157,45	201,00	261,30	388,60	412,05	492,45	539,35	268	405,35
Secado y aventado ensacado	60,00	75,00	90,00	120,00	180,00	180,00	225,00	240,00	120,00	180,00
Transporte	10,00	12,00	15,00	19,00	28,00	30,00	36,00	39,00	21,00	29,50
<b>B. COSTOS FIJOS</b>	<b>\$ 311,89</b>	<b>\$ 307,38</b>	<b>\$ 334,66</b>	<b>\$ 335,54</b>	<b>\$ 373,29</b>	<b>\$ 367,28</b>	<b>\$ 398,54</b>	<b>\$ 396,48</b>	<b>\$ 351,87</b>	<b>\$ 363,90</b>
Arriendo de terreno	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
10% del interés al capital circulante	<b>111,89</b>	<b>107,38</b>	<b>134,66</b>	<b>135,54</b>	<b>173,29</b>	<b>167,28</b>	<b>198,54</b>	<b>196,48</b>	<b>151,87</b>	<b>163,90</b>
<b>COSTO TOTAL (A + B)</b>	<b>\$ 1430,74</b>	<b>\$ 1381,18</b>	<b>\$ 1681,21</b>	<b>\$ 1690,89</b>	<b>\$ 2106,14</b>	<b>\$ 2040,08</b>	<b>\$ 2383,94</b>	<b>\$ 2361,28</b>	<b>\$ 1870,52</b>	<b>\$ 2002,90</b>
<b>INGRESO NETO</b>	287,64	707,48	971,31	1805,72	3161,61	3636,40	4288,73	5126,86	1968,20	3553,96
<b>Relación Ingreso Costo RI/C</b>	\$ 1,20	\$ 1,51	\$ 1,58	\$ 2,07	\$ 2,50	\$ 2,78	\$ 2,80	\$ 3,17	\$ 2,05	\$ 2,77
<b>Relación Beneficio Costo RB/C</b>	\$ 0,20	\$ 0,51	\$ 0,58	\$ 1,07	\$ 1,50	\$ 1,78	\$ 1,80	\$ 2,17	\$ 1,05	\$ 1,77

- **Relación Beneficio-Costo (RB/C)**

Se realizó un análisis de costos ABC (basado en actividades). En la presente investigación los costos que variaron en cada tratamiento fueron básicamente costos de los fertilizantes, aplicación de urea y eco abonaza, sacos para la cosecha, jornales para el desgrane y sacos para el grano, realizadas en cada etapa del cultivo y actividades agrícolas.

Por ende, el costo de un jornal se determinó en \$ 15,00/día. El precio de venta del maíz INIAP-111 Guagal mejorado en seco, fue de \$ 1,09/kg el grueso, 0,98/kg el mediano y 0,87/kg el parejo. El valor económico de la urea como fuente de (N), se encontraba alrededor de \$ 50,00/50kg, eco abonaza alrededor de \$ 7/50kg.

El costo de la semilla se determinó en \$ 1,40/kg, los herbicidas Amina fue de \$ 7,00/l, Paraquat \$ 8,00/l, Atrazina \$ 16,00/l, Bala \$ 14,00/l. El costo de los sacos para la cosecha y almacenamiento de los granos se determinó en \$ 0,35/saco.

De acuerdo al análisis económico B/C se puede deducir que económicamente y agronómicamente el mejor tratamiento lo registró el T8 con un rendimiento de 7227,29 kg/ha, a un costo de producción de \$ 2361,28, un ingreso neto de \$ 5126,86 y una relación beneficio costo de 2,17, seguida del T7 con un rendimiento de 6601,89 kg/ha, a un costo de producción de \$ 2383,94, un ingreso neto de \$ 4288,73 y una relación beneficio costo de 1,80; lo que significa que por cada dólar de inversión se recupera 2,17 y 1,80 respectivamente.

#### **4.5. Comprobación de hipótesis**

De acuerdo a los resultados obtenidos hay una suficiente evidencia estadística en la presente investigación; en relación a los principales resultados agronómicos y productivos evaluados, se acepta la hipótesis alterna, por cuanto la respuesta al rendimiento de maíz suave INIAP-111 Guagal mejorado dependió en gran parte de los niveles de fertilización nitrogenada y las densidades de siembra para su producción, sin dejar de lado la dependencia de los factores genotipo-ambiente de la zona agroecológica en estudio.

## 4.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.6.1. Conclusiones

Una vez ejecutados los diferentes análisis estadísticos, agronómicos y económicos se sintetizan las siguientes conclusiones:

- Los componentes del rendimiento que incrementaron significativamente la productividad de maíz suave, variedad INIAP-111 fueron, Altura de Planta (AP), Diámetro del Tallo (DT), Altura Inserción de la Mazorca (AIM), Rendimiento en Choclo (RCH), Porcentaje Acame de Raíz (PAR), Porcentaje de Plantas con dos Mazorcas (PPCDM), Porcentaje de Plantas con Mazorcas (PPCM Diámetro de la Mazorca (DM), Longitud de la Mazorca (LM), Rendimiento de Maíz en kg/p (RM Kg/P).
- En el Factor A (Niveles de fertilización Nitrogenada) los tratamientos que mostraron mayor rendimiento de maíz en kg/ha ante la respuesta de fertilización fue el A4 con 6914,5 kg seguido del A3 con 5369,2 kg, y el que presentó el promedio más bajo fue A1 con 1910,3 kg; generando datos que permiten incidir que una dosis optima de nitrógeno estaría entre 80 y 120 kg N/ha.
- En la interacción de factores A x B, los tratamientos que mostraron mayor rendimiento de maíz en kg/ha; fueron el T8 (A4B2: 120 Kg/ha de N + 44444 p/ha); T7 (A4B1: 120 Kg/ha + 88888 p/ha) y T6 (A3B2: 80 Kg/ha + 44444 p/ha) con 7227,3 Kg/ha; 6601,7 Kg/ha y 5522 Kg/ha respectivamente, demostrando una relación directa entre el incremento del fertilizante y el incremento del rendimiento.
- La relación beneficio costo, de acuerdo al análisis económico de beneficio/costo se pudo deducir que económicamente y agronómicamente el mejor tratamiento lo registró el T8 con un rendimiento de 7227,29 kg/ha, a un costo de tratamiento de \$ 2361,28 un beneficio neto de \$ 5126,86 y una relación beneficio/costo de 2,17, lo que significa que por cada dólar invertido se obtiene 2,17 dólares de ganancia.



#### **4.6.2. Recomendaciones**

Mediante el resumen de las principales conclusiones se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Antes de implementar el cultivo, es indispensable realizar un análisis completo de suelo (físico- químico-biológico), para determinar la necesidad del mismo y realizar las enmiendas necesarias.
- Para la aplicación de fertilizantes se recomienda realizarlo en diferentes etapas vegetativas del cultivo, para que las plantas puedan asimilar mejor las dosis y tipos de fertilizante que se le está suministrando esto con el fin de obtener un mejor rendimiento y eficiencia económica.
- Para mejorar el rendimiento del cultivo de maíz suave INIAP-111 en la provincia Bolívar, se recomienda aplicar la dosis de fertilización nitrogenada en tres partes a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, a una dosis comprendida de 80 a 120 kg N/ha + una distancia de siembra de 0,50m\*0,90m.
- La variedad de maíz local Guagal, está adaptada en esta zona agroecológica, siendo necesario producir semilla de calidad en territorio y realizar la transferencia de tecnología a los productores/as a través de parcelas demostrativas, días de campo en alianzas estratégicas con el INIAP, MAG, Gobiernos locales y las organizaciones de productores/as.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agripac S.A. (2021). Fertilizantes| Agripac. Fertilizantes. [https://agripac.Com.ec/división/todos los cultivos/](https://agripac.Com.ec/división/todos%20los%20cultivos/)
- AgroEs.es (2016). Agro Web de Agricultura con Información Técnica y Promoción de Productos Agrícolas e Industrias Agroalimentarias “Maíz clima y suelo para su cultivo”. Disponible en: ([http://www. agroes.es/cultivos agricultura /cultivos herbáceos extensivos/maíz/264 maíz clima y suelo para su cultivo.](http://www.agroes.es/cultivos%20agricultura/cultivos%20herbáceos%20extensivos/maíz/264%20maíz%20clima%20y%20suelo%20para%20su%20cultivo.))
- AgroEs.es. (2016). "Maíz clima y suelo para su cultivo". Obtenido de [http://www. agroes.es/cultivos agricultura/cultivos herbáceos extensivos/maíz /264 maíz clima y suelo para su cultivo.](http://www.agroes.es/cultivos%20agricultura/cultivos%20herbáceos%20extensivos/maíz%20/264%20maíz%20clima%20y%20suelo%20para%20su%20cultivo.))
- Alvarado, S., & Leng, M. (2004). Producción moderna de maíz traducido al español por Martínez O. y Leguisamon P. Buenos Aires Argentina: Editorial Hemisferio Sur.
- Alvarez, J. (2007). Revista sembrando. "El desarrollo del país en buenas manos". BNF. 22-23pp.
- ASGROW. (2019). Beneficios de la densidad óptima al sembrar. Obtenido de [https://www.asgrow.com.mx/es-mx/tendencias/gestionagricola/ beneficios de la densidad optima al sembrar.](https://www.asgrow.com.mx/es-mx/tendencias/gestionagricola/beneficios%20de%20la%20densidad%20optima%20al%20sembrar.)
- Ávarez, D., Gómez, A., León, S., Gutiérrez, A. (2010). Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia*,44 (5), 575-586. [http:// www.scielo.org.mx/scielo](http://www.scielo.org.mx/scielo).
- Avilés, F. (2018). Principales plagas que atacan al cultivo de maíz. México: Agro Cultivos S.C.
- Barrera, V.; León-Velarde, C.; Grijalva, J. y Chamorro, F. (2004). Manejo de sistemas de producción “Papa-Leche” en la sierra ecuatoriana. INIAP CIP PROMSA. Editorial ABYA-YALA. Quito. Ecuador. Pp196

- Bustamante, J; Allés, A; Espadas, M. y Muñoz, J. (2010). "El Cultivo del maíz para ensilar" de Obtenido de Centro de Capacitación y Experiencias: <http://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/1234567899/191055.pdf>
- Cabrera, P. (2010). Evaluación de la eficacia de tres fertilizantes orgánicos con tres diferentes dosis en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de col morada. (Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. 85p
- Carrera, J. (2009). Los colores del maíz: Agrobiodiversidad Campesina del maíz en el Ecuador. (en línea). Disponible en [www.RedSemillas.org/doc/.../5275 los colores del maiz.pdf](http://www.RedSemillas.org/doc/.../5275%20los%20colores%20del%20maiz.pdf).
- Cabrerizo, C. (2012). El maíz en la alimentación Humana. Recuperado a partir de <http://www.infoagro.com>.
- Cerliani, C., Esposito, G. P., Morla, F. D., Balboa, G. R., & Naville, R. A. (2018). Relación entre la densidad óptima agronómica y el número de granos por planta en maíz (*Zea Mays L.*).
- CIMMYT, (2015). Disponible en: [//repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/4408/56985.pdf](http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/4408/56985.pdf)
- CIMMYT, (2018). DEKALB. Obtenido de síntomas de deficiencia de nutrientes del maíz: [https://www.dekalb.com.mx/es.mx/dekalb-contigo/sintomas de deficiencia de nutrientes del maiz.html](https://www.dekalb.com.mx/es.mx/dekalb-contigo/sintomas-de-deficiencia-de-nutrientes-del-maiz.html)
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas. CSIC. (2021). Estación Experimental del Zaldin.
- Contreras, A., Martínez, C., & Estrada, G. (2012). Eficiencia en el uso de la radiación por híbridos de maíz de valles altos México. Revista Fitotécnica Mexicana, 161–169.
- Dareas, H. (2014). Guía de cultivo del maíz IICA. Obtenido de [http://andes.center/wpcontent/uploads/2019/10/Manual Ciclo del Maiz.pdf](http://andes.center/wpcontent/uploads/2019/10/Manual_Ciclo_del_Maiz.pdf)

- Del Toro, M., Baños, H., Miranda, I., & Martínez, M. (2018). Biología de *Rhopalosiphum maidis* Fitch (Hemiptera: Aphididae) sobre sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) (Moench)). *Revista de Protección Vegetal*, 33(1), 1–5.
- Deras, H. (2012). *Guía técnica: El cultivo de maíz*. El Salvador: CENTA.
- Diez, J. (1999). Centro de Ciencias Medioambientales. CSIC. C/ Serrano 115, 28006 Madrid. [jadiez@ccma.csic.es](mailto:jadiez@ccma.csic.es)
- Empresa FERMAGRI. (2018). Ficha técnica. Guayaquil. Obtenido de [http://www.fermagri.com/sulfato de amonio granular.html](http://www.fermagri.com/sulfato%20de%20amonio%20granular.html)
- Escobar, N., Mora, J., y Romero, N. (2012). Identificación de poblaciones microbianas en compost de residuos orgánicos de fincas cafeteras de Cundinamarca. *Centro de Museos*, 16(1), 75-88
- Eyhéabide, GH. s.f. Bases para el manejo del cultivo de maíz (en línea). Buenos Aires, Argentina, INTA. p. 44-54. Consultado 24 jun 2017. Disponible en [http://inta.gov.ar/sites/default/files/inta bases para el manejo de maíz reglón 10.02.2.pdf](http://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_bases_para_el_manejo_de_maiz_reglon_10.02.2.pdf)
- FAO, (2012). *Estudio FAO Riego y Drenaje*: Disponible en (<http://www.fao.org/3/2800.pdf>)
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura. (2017). FAO. Recuperado el 16 de Julio de 2020
- FAO. (2012). *El cultivo del maíz*. Obtenido de [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Flores, D., Navarro, H., & Pérez, M. A. (2019). Nutrient balance in maize cropping systems and challenges for their sustainability Balance de nutrientes en sistemas de cultivo de maíz y retos para su sustentabilidad. *Inagbi Revista de Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 11(2), 97–109.
- Flower, D., Byrns, B., & Greer, K. (2014). Overwinter low-temperature responses of cereals: analyses and simulation. *Crop Sci*, 54(6), 2395-2405.

- García, M. (2012). Respuesta agronómica de dos cultivares de zanahoria (*Daucus carota L.*) a la fertilización orgánica. Tesis de grado en Ingeniera Agrónoma. Universidad Estatal de Bolívar. Escuela de Ingeniería Agronómica. Guaranda- Ecuador: Pp. 27 a 28.
- Germinia, (2010). Nitrógeno y fósforo. Disponible en: ([www.germinia.cl](http://www.germinia.cl))
- González, A., Raisman, J. (2000). Ciclos Biogeoquímicos. Tomado de: <http://fai.une.edu.ar/biología/planta/ciclogeo.htm>/Nutrición.
- Granados, R., & Sarabia, A. (2013). Cambio climático y efectos en la fenología del maíz en el DDR-Toluca. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 435-446.
- Guacho, F. (2014). Caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays L.*). En Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
- Guastay, L., & Pérez, D. (2015). Respuesta agronómica del maíz (*Zea mays L.*). INIAP-111 Guagal Mejorado a diferentes arreglos de siembra y fertilización nitrogenada. Guaranda - Bolívar: UEB.
- Guzman, D. (2017). Universidad Técnica de Ambato. Cumanda. Recuperado el 28 de Agosto de 2020, de Etapas fenológicas del maíz (*Zea mays L.*) VAR.TUSILLA:<https://repositorio.uta.edu.ec>.
- Hernández, D., Hernández, M., Esparza, J., Rodríguez, J., Cruz, E., Sánchez, E. y Preciado, P. (2016). Empleo de vermicompost en la producción de frutos de melón y su calidad nutracéutica. Dialnet, 41(3), 213-217. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo> Código 5381916
- Hernández, F. (2022). Asistencia Técnica Agrícola. Obtenido de <https://www.agrotecnologia tropical.com/densidad de siembra>.
- Hernández, F. s.f. La densidad de siembra de los cultivos (en línea, sitio web). Consultado 27 julio. 2017. Disponible en <http://www.agrotecnologia tropical.com/densidad de siembra.html>

- Hernández, A., Osorio, E., López, J., Ríos, C., Varela, S., & Rodríguez, Y. (2018). Insectos benéficos asociados al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*). *Agro productividad*, 11(1), 9–14 .[https://www. researchgate. net/profile/Antonia\\_Hernandez\\_Trejo /publication/328107905 Insectos beneficos asociados al control del gusano cogollero/Spodoptera frugiperda en el cultivo de maíz/](https://www.researchgate.net/profile/Antonia_Hernandez_Trejo/publication/328107905_Insectos_beneficos_asociados_al_control_del_gusano_cogollero/Spodoptera_frugiperda_en_el_cultivo_de_maiz/).
- <http://es.wikipedia.org/wiki/zea-mays>. (1 de Enero de 2000). Obtenido de A, Datum Corporation: <http://www.wikipedia.com>
- <https://2.eez.csic.es/olivares/ciencia/...html>. (s.f.).
- <https://es.scribd.com/document/431623457/FICHA>.(2019). SCRIBD. Obtenido de Ficha técnica nitrato de magnesio:[https://es.scribd.com/ document /431623 457/FICHA](https://es.scribd.com/document/431623457/FICHA).
- Huerta, E., Cruz, J., Aguirre, L. (2019). La apreciación de abonos orgánicos para la gestión local comunitaria de estiércoles en los traspatios. *Estudios Sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 29(53), 1-24.
- ILSI (International Life Sciences Institute). (2006). Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal: Aplicaciones del maíz en la tecnología alimentaria (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado 01 feb. 2013. Disponible en <http://www.ilsiarгентina>.
- INDIA. (2014). Eco Abonaza. Recuperado el 18 de junio de 2015, de [www.pronaca .com/site/principalagricola](http://www.pronaca.com/site/principalagricola).
- INEC & MAGAP, (2012). Censo Nacional Agropecuario. Disponible en: ([www.magap.gov.ec](http://www.magap.gov.ec)).
- INEC. (2011). Anuario.
- Infoagro. (2016). Industria de los cereales y derivados. Obtenido de [https://www .infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm](https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm)

- Infoagro. (2017). Fruticultura subtropical. Obtenido de Uso eficiente del nitrógeno en agricultura: [https://www.infoagro.com/documentos/uso eficiente nitrógeno agricultura formas absorción aplicación y efectos beneficiosos.asp](https://www.infoagro.com/documentos/uso_eficiente_nitrogeno_agricultura_formas_absorcion_aplicacion_y_efectos_beneficiosos.asp)
- INIAP, (2010). Programa de maíz. Variedad de maíz blanco harinoso para consumo humano. Disponible en: (<http://www.iniap.gob.ec>).
- INIAP. (1997). Informe anual 1992, Programa de maíz. Experimental Santa Catalina., 25.
- INIAP. (2004). Catálogo de recursos genéticos de maíces de altura ecuatorianos. 145. Quito, Ecuador.
- INIAP. (2014). Maíz suave. Obtenido de [http://tecnologia.iniap.gob.Ec /images /rubros /contenido /maíz /manejo1.pdf](http://tecnologia.iniap.gob.Ec/images/rubros/contenido/maíz/manejo1.pdf)
- INIAP. (2003). Catálogo de Recursos genéticos de maíces de altura ecuatoriana. Programa de Maíz. EESC. Quito, Ecuador. P. 131
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP. (2009). Nueva variedad de maíz blanco harinoso para consumo humano. Cuenca - Ecuador: Plegable.
- IPNI. (2018). International Plant Nutrition Institute. Quito. Obtenido de Fuentes de nutrientes específicos: [https://es.scribd.com/document/375976891/ Fertirrigación](https://es.scribd.com/document/375976891/Fertirrigación).
- IPNI. International Plant Nutrition Institute. Quito, (2019). Fuentes de Nutrientes Específicos. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/nss es](http://www.ipni.net/publication/nss-es)).
- Leonardo, S. (2010). Siembra de maíz. Obtenido de [https://www.compucampo.com /tecnicos/siembra-maiz-surcoangosto.pdf](https://www.compucampo.com/tecnicos/siembra-maiz-surcoangosto.pdf)
- Lescano, D. y Claudio, H. (2012). Estudio de la eficiencia de Nitrógeno en dos sistemas de rotación, en el cultivo de Maíz (*Zea mays L.*) en la Granja Lagucoto II Cantón Guaranda. En Tesis de Ingeniero Agrónomo. Bolívar, Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias

- Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Obtenido de <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1259/1/165.pdf>
- Torres, M., Rendón, R., & Camacho, T. (2016). La comercialización de los maíces de especialidad en México: condiciones actuales y perspectivas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(15), 3075-3088.
- Lutt, N., Jeschke, M., & Strachan, S. (2016). High Night Temperature Effects on Corn Yield. Recuperado el 29 de junio de 2019, de PIONEER: <https://www.pioneer.com/home/site/us/agronomy/library/night-temperature-effects-corn-yield>.
- Manuel, B. Suquilanda Valdivieso análisis comparativo de los modelos de producción agroalimentaria del Ecuador, 1996.
- Marcelo, J., & Cerrudo, A. (2021). Obtenido de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-maiz-importancia-y-manejo.pdf>
- Márquez, S.F. (1988). *Genotecnia vegetal: métodos, teoría, Resultados*. Tomo II. Ed. AGT Editor, México, D.F.
- Mayas. S.L. (2019). Principales plagas y enfermedades del maíz. Obtenido de <https://mayasl.com/principales-plagas-enfermedades-del-maiz/>
- Megagro. (2019). Eco Abonaza. Obtenido de <https://megagro.com.ec/product/eco-abonaza/>
- Mendieta, M. (2009). *Cultivo de producción de maíz*. Lima Perú: Ripalme.
- Microlab, I. (2017). Las formas múltiples del Nitrógeno (amónio, nitrito, nitrato, nitrificación, desnitrificación). Obtenido de <http://www.aguas-residuales.info/revista/blog/las-formas-multiples-de-nitrogeno>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2017). Boletín situacional maíz suave choclo. Ecuador: SIPA
- Ministerio de Agricultura, Acuicultura y Pesca - MAGAP. (2013). *Maíz suave choclo*. Quito - Ecuador: s/e.



- Monar, C. y Rea, A. (2003). Manejo Agronómico del Sistema de Cultivo Maíz Fréjol Voluble. Boletín divulgativo N° 09. Guaranda, Ecuador.
- Monar, C. (2013). Informe anual de actividades. Guaranda, Ecuador: Programa Producción de Semillas.
- Monar, C. (2015). Informe anual de actividades. Guaranda, Ecuador: Programa de semillas UEB.
- Monar, C. (2002). Informe Anual. Unidad de Validación y Transferencia de Tecnología. Bolívar. Guaranda, Ecuador.
- Morales, F. (2009). Rotación de cultivos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Texcoco, México: Ediciones SEGARPA.
- Morales, J; Díaz, E; Cruz, J; Medina, N & Guerrero, M. (2015). Tasa de asimilación neta y rendimiento de girasol en función de urea y urea de liberación lenta. *Agrociencia*, 49(2), 163–176.
- Núñez, E. (2015). Evaluación de eco-bonanza en la producción forrajera del (*Medicago Sativa*) Alfalfa (*Bachelor's thesis*), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Orozco, J. (2010). Evaluación bioagronómica de una variedad y cinco híbridos de maíz duro *Zea mays L*, en el sector Colombia, Cantón Alausí. ESPCH. Facultad de Recursos Naturales. Riobamba-Ecuador.
- Ospina, J. (2015). Manual técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas. Colombia, Medellín.
- Paliwal, R. (2017). Origen, evolución y difusión del maíz. Obtenido de <http://www.fao.org/3/X7650S/x7650s03.htm>.
- Parquer, R. (2000). Evaluación de 17 accesiones de maíz (*Zea mays L.*). Guaranda - Ecuador: UEB
- Parsons, D. (1989). Manual para la Educación Agropecuaria.

- Pendolema, V. (2016). Estudio de comportamiento agronómico y rendimiento de grano del maíz híbrido INIAPH – 552', sembrado con diferentes densidades poblacionales en la zona de Yaguachi. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 61 p Consultado [2020].
- Peñaherrera, D. (2011). Manejo integrado del cultivo de maíz de altura. Módulo 4 de Capacitación para Capacitadores. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Quito, Ecuador.
- Permuy, N. (2019) Guía técnica para la producción del cultivo del maíz. Cuba. Disponible en: <http://www.cubaliteraria.com> Consultado [Abril 2020].
- Proain tecnología agrícola. (2020). Importancia del nitrógeno en la producción de cereales. Obtenido de [https://proain.com/blogs/notas técnicas/importancia del nitrógeno en la producción de cereales](https://proain.com/blogs/notas_técnicas/importancia_del_nitrógeno_en_la_producción_de_cereales).
- PRONACA. (2014). Que es la Eco abonaza (En línea). Disponible en: [http://192.156.137.121:8080/cipotato/región quito/congresos/v congreso ecuatoriano de la papa/gvillagomez ft.pdf](http://192.156.137.121:8080/cipotato/región_quito/congresos/v_congreso_ecuatoriano_de_la_papa/gvillagomez_ft.pdf)
- Quevedo, Y., Barragán, E., & Beltrán, J. (2015). Efecto de altas densidades de siembra sobre el híbrido de maíz (*Zea mays L.*) Impacto. Revista Scientia Agroalimentaria, 18–24. <http://revistas.ut.edu.co/index.php>.
- Reyes, G. (2013). Efectos de la densidad de la población sobre el rendimiento del maíz. Disponible en: [www.sancamilo.com.ec/maiz.html](http://www.sancamilo.com.ec/maiz.html) Consultado el 11/11/2014. Consultado el 17/09/2013
- Rivadeneira, M. (2012). Evaluación del biofertilizante a base de cepas de (*Azospirillum spp*) en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) INIAP-111 guagal mejorado, en completo con tres tipos de fertilización y dos métodos de inoculación. Guaranda Ecuador: UEB.
- Robles, S. (1986). Genética elemental y fitomejoramiento práctico. Ed. Limusa. México, D. F

- Rodríguez, S. (1992). Fertilizantes y nutrición vegetal. Segunda reimpresión. México, d.f.: agt 47-49 pp.
- Rosado, L., Guillen, C., Ortiz, D., Arcos, J., & Martínez, F. (2018). Respuesta morfológica de cuatro híbridos comerciales de maíz (*Zea mays L.*) por fertilización edáfica y edáfica-foliar. *Revista Ciencia y Tecnología*, 11(1), 55–61. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo>.
- Rosillo, F. (2013). Estudio de la comercialización de maíz blanco en la provincia Bolívar. Riobamba.
- Ruiz, R. (2009). Características de algunos fertilizantes nitrogenados para uso en goteo. Chile: INIAP
- Ruíz, M. (2018). Unisem. Obtenido de Principales enfermedades del cultivo de maíz: [https://semillastodoterreno.com/2018/09/principales-enfermedades-del-cultivo -de-maíz](https://semillastodoterreno.com/2018/09/principales-enfermedades-del-cultivo-de-maíz)
- Sagan-Gea, (2010). Nitrógeno. Disponible en: ([www.sagan-gea.org](http://www.sagan-gea.org)).
- Salvagiotti, F. (2005). "Cuantificación de las pérdidas de nitrógeno por volatilización y su efecto en el rendimiento del cultivo de maíz". EEA INTA Oliveros. (Convenio INTA Oliveros - Profertil, 2004/05)
- Scandolo, N; Pérez, A; Giannuzzo, J. (2018). Departamento de Protección Vegetal. Obtenido de <http://www.agro.unc.edu.ar>.
- Serratos, J. (2012). El origen y la diversificación del maíz en el continente americano. México: Greenpe.
- Silva, E. et al. (1997). Variedad de maíz blanco harinoso tardío para la provincia Bolívar. Plegable divulgativo. N° 163 Quito Ecuador. Pp. 1
- Silva, J. (2019). Cultivo de Maíz. Obtenido de [https://agro tendencia.tv/agropedia/el cultivo del maíz/](https://agro.tendencia.tv/agropedia/el-cultivo-del-maíz/)
- Sagan, G. (2010). Nitrógeno. Extraído de: ([www.sagan-gea.org](http://www.sagan-gea.org)).
- Simón, M. R., & Golik, S. I. (2018). Cereales de verano. In *Cereales de verano*. <https://doi.org/10.35537/10915/68613>

- SINAGAP, (2015). “Boletín situacional maíz suave choclo” Disponible en: (sinagag.agricultura.gob.ec)
- Slhfarm, A. (2013). Uso consuntivo de maíz. Obtenido de <http://www.biblioteca.ueb.edu.ec>.
- Tayupanta, J. y Córdova, J. (1990). Algunas alternativas agronómicas y mecanismos para evitar la pérdida del suelo. Publicación Miscelanes N° 54 INIAP. Santa Catalina. Ecuador. Pp. 1-28.
- TOMCOMPANY, Ficha Técnica Urea. (2016). Ficha Técnica Urea. Obtenido de [http://tomcompany.com.mx/fichas técnicas/TOM-01 UREA.pdf](http://tomcompany.com.mx/fichas_técnicas/TOM-01_UREA.pdf)
- Torres, M. (2016). “Fertilización nitrogenada del cultivo de maíz” Disponible en:([http://www.fertilizando.com/articulos/fertilizacion nitrogenada del cultivo de maiz.asp](http://www.fertilizando.com/articulos/fertilizacion_nitrogenada_del_cultivo_de_maiz.asp)).
- Uhart, S., & Echeverría, H. (2000). El rol del nitrógeno y del fósforo en la producción del maíz. Buenos Aires Argentina: INTA FCA.
- Universidad Autónoma de Madrid. UNED. (2018). Factores implicados en la producción de los cultivos. Obtenido de <http://www.uam.es/docencia/museovir.html>.
- UPOV. (2010). Asociación Nacional de Obtentores Vegetales. Obtenido de [https://www.upov.int/edocs/expndocs/es/upov exn var.pdf](https://www.upov.int/edocs/expndocs/es/upov_exn_var.pdf)
- Velazquez, J. (2012). Programa de maíz del INIAP-EESC. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2440/1/iniap.pdf>.
- Yáñez, C., Zambrano, J., Caicedo, M. (2013). Guía de Producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras. Quito Ecuador: INIAP.
- Yáñez, C. (2013). INIAP-111: “Guagal Mejorado”. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de maíz. Disponible en: (<http://repositorio.iniap.gob.ec>).
- Yáñez, C. (2013). Programa de maíz. INIAP. Quito, Ecuador. Obtenido de INIAP: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2435/1/iniap.pdf>.

Yáñez, C.; Zambrano, J.; Caicedo, M.; Heredia, J. (2013). “Guía de producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras”. Quito Ecuador. INIAP, Programa de maíz, 28p, (Guía No 96)

Yara, (2021). Producción mundial. Obtenido de [https://www.yara.com.ec/nutrición-vegetal/maíz/producción mundial/](https://www.yara.com.ec/nutrición-vegetal/maíz/producción-mundial/).

Yara, (2020). Amarillamiento de las hojas del maíz | Yara Ecuador. Disponible en: [https://www.yara.com.ec/nutricion vegetal/maiz/yellowing of maize/](https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/maiz/yellowing-of-maize/).

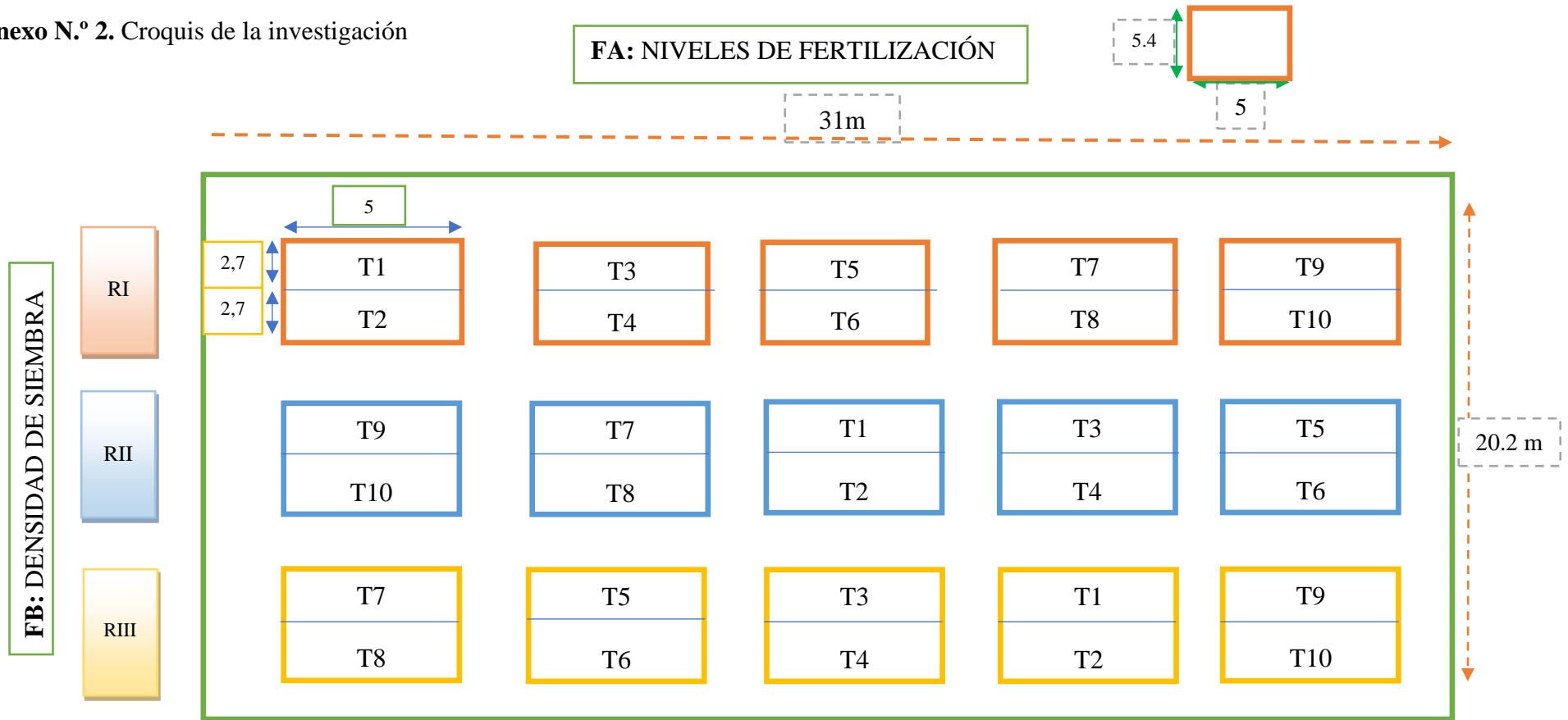
**ANEXOS**

Anexo N.º 1. Mapa de ubicación de la investigación

Localidad 1: Laguacoto III. Km 1,5. Vía Guaranda a San Simón



Anexo N.º 2. Croquis de la investigación





### Anexo N.º 3. Análisis de suelos

MC-LASPA-2201-01

	<b>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</b> <b>ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA</b> <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS</b> Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua. Tifs. (02) 3007284 / (02)2504240 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec	
---	--	---

**INFORME DE ENSAYO No: 22-0521**

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Vega Vasquez Brayan Mauricio  
**PETICIONARIO:** Vega Vasquez Brayan Mauricio  
**EMPRESA/INSTITUCIÓN:** Vega Vasquez Brayan Mauricio  
**DIRECCIÓN:** Granja Experimental Laguacoto III

**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 02/09/2022  
**HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 9:40  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 05/09/2022  
**FECHA DE EMISIÓN:** 09/09/2022  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** S4

Análisis	pH	N		P		S		B		K		Ca		Mg		Zn		Cu		Fe		Mn		Ca/Mg		Mg/K		Ca+Mg/K		Σ Bases	MO	CO.*	Textura (%)			IDENTIFICACIÓN			
		meq/100g	ppm	meq/100g	ppm	meq/100g	ppm	meq/100g	ppm	meq/100g	ppm	meq/100g	ppm	meq/100g	ppm	meq/100g	ppm	meq/100g	ppm	meq/100g	ppm	meq/100g	ppm	meq/100g	ppm	meq/100g	ppm	meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural					
22-2024	6,33	L	Ac	50	M	38,2	A	6,39	B	0,31	B	0,95	A	17,02	A	3,32	A	4,0	M	16,0	A	152	A	15,9	A	5,12	3,48	21,32	21,29	2,77	A				37	34	29	FRANCO - ARCILLOSO	BV-MAIZ-2022

Análisis	Al+H*	Al*	Na*	C.E. *	N. Total*	N-NO3*	K H2O*	P H2O*	Cl*	pH KCl*	IDENTIFICACION
	ppm	ppm	meq/ 100g	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	

**OBSERVACIONES:** \* Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA USADA	
pH = Suelo: Agua (1:2.5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado
S,B = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado
	B = Curcumina

INTERPRETACION		
pH		Elemento
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasion
Al+H =	Titulación NaOH

INTERPRETACION		
Al+H,Al y Na	C.E.	M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino
T = Tóxico		B = Bajo
		M = Medio
		A = Alto


 Firmado digitalmente por:  
**JOSE ALONSO LIZCERO MALATRY**  
**LABORATORISTA**


 Firmado digitalmente por:  
**IVAN RODRIGO SUAREZ MATEO MALGISA**  
**RESPONSABLE DE LABORATORIO**

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

**NOTA DE DESCARGO:** La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

\* Opiniones de interpretación, etc. que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.

Anexo 4. Base de datos general

R	T	FA	FB	PEC	DFM	DFE	DCCH	AP	ALM	DT	DCS	PAR	PAT	NPCM	PPSM	PPCDM	LM	DM	CM	SM	D	CHG	RM Kg/P	RH Kg/Ha	RCH
1	1	1	1	83	135	152	181	260	156	1.52	283	5	43	77	23	0	12.7	4.84	1	2	70	36.2	3	2321	276
1	2	1	2	89	133	149	176	243	149	1.68	280	0	34	93	7	0	12.65	5.04	1	3	85	33.3	4	2865	327
1	3	2	1	87	134	152	181	244	151	1.58	275	5	50	93	7	0	12.1	5.09	1	2	73	28.1	3	2560	408
1	4	2	2	84	133	146	175	251	140	1.69	277	8	45	93	7	0	14.45	5.01	1	2	76	29.7	6	4081	353
1	5	3	1	89	135	150	180	253	156	1.66	278	8	49	92	8	2	14.55	4.87	2	2	72	31.3	6	4812	409
1	6	3	2	72	132	144	173	253	157	1.89	274	2	35	92	8	0	16.85	5.31	2	2	73	26.9	7	5347	413
1	7	4	1	83	133	147	178	284	173	1.89	279	7	45	84	16	1	17.45	5.16	2	2	69	32.2	9	6717	607
1	8	4	2	78	130	144	172	266	151	2.06	278	0	28	94	6	3	18	5.23	1	2	79	31	9	6916	464
1	9	5	1	91	133	152	183	264	172	1.65	280	2	48	84	16	0	13.35	4.98	1	2	74	33.1	5	3858	375
1	10	5	2	85	131	146	175	289	174	2.03	278	3	27	85	15	10	17.95	5.29	1	2	78	30.9	7	5215	411
2	1	1	1	92	134	152	182	210	112	1.31	286	3	46	86	14	0	12.8	4.68	1	2	68	39	2	1487	356
2	2	1	2	88	132	149	178	212	128	1.82	278	3	38	83	17	0	12.55	5.06	1	3	67	31	2	1789	276
2	3	2	1	86	133	150	181	226	146	1.45	271	5	42	85	15	0	11.85	4.64	1	2	69	23.7	4	2835	389
2	4	2	2	91	134	146	175	250	146	1.97	277	0	48	92	8	0	14.65	5.34	1	3	68	29.8	5	3478	324
2	5	3	1	86	130	146	177	256	163	1.71	277	4	37	95	5	0	15.2	4.96	1	2	75	29.7	8	6176	575
2	6	3	2	81	135	144	173	280	172	2.16	277	0	48	100	0	2	16.72	5.45	1	2	78	30.2	8	5997	425
2	7	4	1	86	135	148	176	264	149	1.79	281	7	42	95	5	0	15.55	5.16	1	2	76	33.5	9	6305	596
2	8	4	2	81	133	144	173	257	165	1.95	276	2	25	94	6	8	16.47	5.31	2	2	77	28.8	10	7137	443
2	9	5	1	81	138	152	181	249	139	1.76	280	3	45	93	7	0	14.7	5.19	1	2	77	32.5	6	4572	433
2	10	5	2	86	133	146	175	274	153	2.01	278	0	19	91	9	1	16.5	5.36	2	2	75	30.9	8	6097	364
3	1	1	1	86	134	151	184	219	131	1.56	278	1	67	64	36	0	10.5	4.85	1	2	63	30.6	2	1397	345
3	2	1	2	90	133	149	179	206	126	1.73	273	5	48	65	35	0	12.1	5.06	1	4	58	25.9	2	1606	285
3	3	2	1	85	132	149	181	227	127	1.6	274	3	44	80	20	0	12.6	4.71	1	3	70	26.5	4	2645	464
3	4	2	2	89	134	146	175	243	154	1.83	277	0	46	83	17	0	14.75	5.3	1	3	65	29.8	4	2934	310
3	5	3	1	84	134	149	179	248	136	1.77	282	7	40	85	15	0	13.65	5.08	1	2	76	35.3	6	4607	531
3	6	3	2	91	132	145	174	254	152	1.99	279	3	26	94	6	2	17.75	5.3	2	2	73	32.2	7	5222	430
3	7	4	1	84	137	147	178	275	156	1.56	284	3	4	96	4	0	16.4	5.31	1	2	79	35.8	9	6783	521
3	8	4	2	85	136	145	174	256	162	2.03	277	5	14	97	3	0	15.05	5.41	2	2	80	29.6	10	7629	424
3	9	5	1	89	132	150	181	249	149	1.64	278	2	48	90	10	1	13.1	4.77	1	2	72	31	4	3124	450
3	10	5	2	91	133	145	175	255	145	1.79	276	7	49	92	8	2	15.7	5.36	1	2	76	28.8	7	4960	382

**Anexo N.º 5.** Fotografías de la instalación, seguimientos y evaluación de la investigación

**Cuadrado del terreno determinación de las parcelas y siembra**



**Recolección de muestras para el análisis de suelo**





## Control de plagas



## Raleo





## Fertilización base



## Toma de variables (Porcentaje de emergencia)

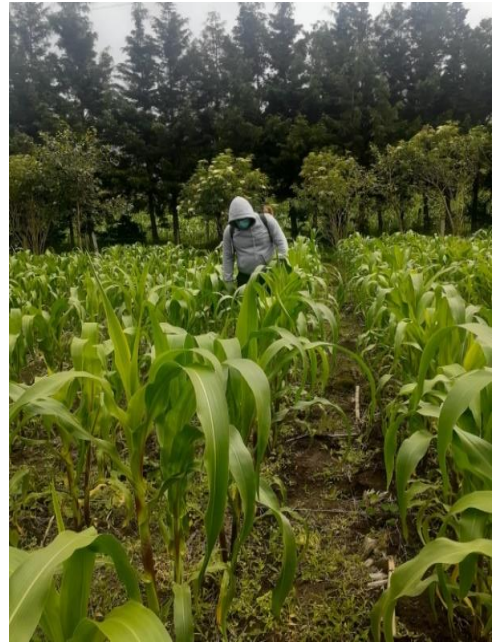




## Segunda fertilización



## Control de malezas





### Tercera fertilización



### Control de plagas





**Toma de variables: días a la floración masculina**



**Días a la floración femenina**





## Rotulación de parcelas



## Días a la floración masculina



## Días a la cosecha en choclo



## Visita de campo (Granja Laguacoto III)





## Altura de planta



## Altura de inserción a la mazorca (AIM)





## Cosecha



## Desgrane



### Diámetro de mazorca



### Rendimiento de maíz en Kg/parcela





## Contenido de humedad del grano



## Tamaño de grano



## Anexo N.º 6. Glosario de términos

**Ahijamiento:** Facultad de las gramíneas de crear nuevos individuos a partir de los meristemos axilares de la planta madre. Reproducción vegetativa de las gramíneas.

**Anomalía:** Irregularidad, anormalidad o falta de adecuación a lo que es habitual: se han detectado ciertas anomalías en el funcionamiento del aparato.

**Biotransformación:** Es el proceso de modificación estructural de un fármaco una vez que se ha introducido en el organismo. Como consecuencia de la biotransformación se producen metabolitos inactivos, algunos de los cuales pueden tener actividad farmacológica igual o distinta al fármaco inicial.

**Cadena trófica:** Se emplea para nombrar a la interrelación que establecen los seres vivos que se alimentan unos de otros en un cierto orden. La idea de la cadena alude a que un organismo se come a otro y, a su vez, es comido por un tercero.

**Canopia:** Trabajos realizados sobre la "parte verde" de la planta: podas, aclareos, recortes.

**Cohesión:** Es la acción y efecto de adherirse o reunirse las cosas entre sí. La cohesión, por lo tanto, implica algún tipo de unión o enlace.

**Choclo tanda:** Al grano entre tierno y maduro se lo denominaba «cau», con él se hacía una masa que contenía sal, condimentos y era envuelta en la hoja de la mazorca; esta preparación se conoce como choclo tanda o humita.

**Deficiencia:** Hace referencia a la existencia de una alteración o anormalidad de una estructura anatómica que condiciona la pérdida de una función.

**Ecotipo:** Población heterogénea de plantas de libre polinización que están adaptadas a un nicho ecológico particular y sobre las que únicamente actúa la selección natural.

**Eficiencia agronómica.** - Kilogramo de aumento en la producción por kilogramo de N aplicado.

**Eficiencia química:** Es la comparación porcentual entre la cantidad real o práctica y la cantidad teórica obtenida de un producto determinado

**Eficiencia económica:** Es una situación donde se cumple que los factores de producción son asignados a sus usos más beneficiosos. De ese modo, se minimizan los costos.

**Edáfico:** Pertenciente o relativo al suelo; resultante de o influido por factores del suelo o de otros substratos en lugar de por factores climáticos. Una necesidad edáfica del cultivo en lo que respecta a un estado o serie de estados del entorno del suelo.

**Factores bioclimáticos:** Son todas aquellas circunstancias que alteran las características esperables de los elementos del clima en un lugar determinado. Factores generales, como: la latitud, la inclinación del eje terrestre, los movimientos de rotación y traslación de la tierra, la relación mares/ continentes, la corriente oceánica o marina y la orientación de las masas continentales. Factores locales, como: la altitud, la cercanía de cuerpos de agua y la vegetación.

**Hipertrofia:** Está relacionada con un aumento en el tamaño de las células, que conlleva un aumento del tamaño del órgano al que afecta, acompañado de un aumento de su capacidad funcional, así como síntesis de componentes estructurales.

**Humificada:** Es el proceso de formación del humus (es decir, conjunto de procesos responsables de la transformación de la materia orgánica). La humificación es responsable de la acumulación de la materia orgánica en el suelo mientras que la mineralización conduce a su destrucción.

**Interacción:** Una acción que se desarrolla de modo recíproco entre dos o más organismos, objetos, agentes, unidades, sistemas, fuerzas o funciones.

**Micotoxinas:** Son compuestos tóxicos producidos de forma natural por algunos tipos de mohos. Los mohos productores de micotoxinas crecen en numerosos alimentos, tales como cereales, frutas desecadas, frutos secos y especias.

**Nitritos:** Sal formada por combinación del ácido nitroso y una base; generalmente se obtiene por reducción de los nitratos con carbono o hidrógeno.

**Ontogénico:** Es una rama de la Biología que describe el desarrollo de un organismo, desde la fecundación por la fusión de los gametos masculino y femenino



para la conformación de un cigoto durante reproducción sexual hasta su senescencia, pasando por la forma adulta.

**Seguridad alimentaria:** Asegurar que las personas tengan acceso regular a alimentos de buena calidad que les permitan llevar una vida activa y saludable.

**Soberanía alimentaria:** Desarrollar sus alimentos, teniendo en cuenta la diversidad cultural y productiva. En definitiva, tener soberanía plena para decidir qué se cultiva y qué se come.

**Simbiosis:** Es la forma en la que individuos de diferentes especies se relacionan entre sí, obteniendo el beneficio de al menos uno de los dos. La simbiosis se puede establecer entre animales, vegetales, microorganismos y hongos.

**Solubilidad:** Es la capacidad de una sustancia de disolverse en otra llamada disolvente. También hace referencia a la masa de soluto que se puede disolver en determinada masa de disolvente, en ciertas condiciones de temperatura, e incluso presión.

**Teliospora:** Son las esporas de descanso de algunos hongos de la división Basidiomycota (como las royas y los carbones), de las cuales emerge el basidio. Las teliosporas suelen presentar una tonalidad oscura y paredes gruesas, especialmente en especies adaptadas a resistir el invierno.

**Zuro:** Corazón o raspa de la mazorca del maíz después de desgranada.