



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**ESCUELA DE AGRICULTURA, SEVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA**



CARRERA DE AGRONOMIA

TRABAJO DE TITULACION

Trabajo de Integración Curricular, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRONOMO

TEMA:

Efecto de la fertilización de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el híbrido de maíz (*Zea mays L.*) en la zona de Puebloviejo.

AUTOR

Ángel Wladimir Peña Gualpa

TUTOR

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Mg Sc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2023

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	II
ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	VII
SUMMARY	VIII
CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1 Contextualización de la situación de la problemática.....	3
1.1.1 Contexto Internacional	3
1.1.2 Contexto Nacional	3
1.1.3 Contexto Local	4
1.1.4 Planteamiento del problema	4
1.2 Justificación	5
1.3 Objetivos de la investigación	5
1.3.1 Objetivos general	5
1.3.2 Objetivos específico.....	6
1.4. Hipótesis.....	6
CAPITULO II.- MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes	7
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1 Marco teórico	8
2.2.2. Características botánicas	9
2.2.3. Factores edafoclimáticos	10
2.2.4. Etapas del cultivo de maíz	13
Etapa reproductiva	13
2.3. Ciclo vegetativo del maíz	14
2.3.1. Fertilización del cultivo de maíz.....	14
2.3.2. Importancia del nitrógeno y magnesio en el cultivo de maíz	16
CAPITULO III.- METODOLOGÍA	18
3.1. Tipo de investigación – Línea de investigación	18
3.1.1 Tipo de investigación.....	18
3.1.2 Línea de investigación	18
3.2. Operacionalización de las variables.....	18
3.3. Población y muestra de la investigación.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de medición- datos a evaluar- materiales y métodos	19

3.4.1. Material de siembra	19
3.5. Procesamiento de datos.....	20
3.6. Tratamiento de estudio o tipo de encuesta	20
3.7. Característica del área experimental.....	21
3.8. Análisis de varianza	21
3.8.1. Análisis de suelo	21
3.8.2. Preparación de suelo	21
3.8.3. Siembra	22
3.8.4 Control de malezas	22
3.8.5. Control fitosanitario	22
3.8.6. Riego.....	22
3.8.7. Fertilización	22
3.9 Métodos	23
3.10 Variables a estudiar	23
3.11. Datos a evaluar.....	23
3.11.1. Altura de planta	23
3.11.2. Altura de inserción de la mazorca	23
3.11.3. Días de floración.....	23
3.11.4. Niveles de clorofila escala IPNI	24
3.11.5. Niveles de clorofila SPAD	24
3.11.6. Longitud de la mazorca	24
3.11.7. Rendimiento por hectárea.....	24
3.11.8. Eficiencia agronómica.....	24
3.12. Aspectos éticos.....	25
CAPITULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. Resultados.....	26
4.1.1 Altura de planta	26
4.1.2. Altura de inserción de mazorca	27
4.1.3. Días de floración	28
4.1.4 Niveles de clorofila Escala IPNI	28
4.1.5. Niveles de clorofila SPAD	30
4.1.6. Longitud de mazorca	31
4.1.7. Rendimiento por Hectárea	31
4.1.8 Eficiencia agronómica.....	32
4.1.9 Análisis económico	33
4.2. Discusión	36

CAPITULO V. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
5.1 Conclusiones	38
5.2 Recomendaciones	39
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	40
APENDICES	47
APENDICE 1. Análisis de varianza	48
DEFICIENCIA DE NITROGENO	61
Cronograma	63
ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables. 2023.	18
Tabla 2. Tratamiento de estudio o tipo de encuesta	20
Tabla 4. Característica del área experimental	21
Tabla 3. Análisis de varianza.....	21
Tabla 5. Altura de planta con la aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el cultivo de maíz. Puebloviejo, 2023.	26
Tabla 6. Altura de inserción de mazorca con la aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el cultivo de maíz. Puebloviejo, 2023.	27
Tabla 7. Días de floración con la aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el cultivo de maíz. Puebloviejo, 2023.	28
Tabla 8. Niveles de Clorofila con la escala IPNI, aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el cultivo de maíz. Puebloviejo, 2023.	29
Tabla 9. Cantidad de clorofila con índice SPAD con la aplicación de nitrógeno y magnesio en el cultivo de maíz. Puebloviejo, 2023.....	30
Tabla 10. Longitud de mazorca con la aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el cultivo de maíz. Puebloviejo, 2023.	31
Tabla 11. Rendimiento por Hectárea con la aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el cultivo de maíz. Puebloviejo, 2023.	32
Tabla 12. Eficiencia agronómica con la aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el cultivo de maíz. Puebloviejo, 2023.	33
Tabla 13. Costos fijos por hectárea con la aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el cultivo de maíz, Puebloviejo 2023.	33
Tabla 14. Análisis económico con la aplicación de Nitrógeno y Magnesio sobre la concentración de clorofila en la producción de maíz, Puebloviejo 2023	35
Tabla 15. Cronograma de actividades	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Preparación del terreno.....	65
Figura 2. Estaquillado	65
Figura 3. Siembra	
Figura 4. Siembra.....	65
Figura 5. Programa de fertilización	
Figura 6. Fertilización del cultivo 1.....	65
Figura 7. Programa de fertilización	
Figura 8. Fertilización del cultivo 2.....	66
Figura 9. Programa de fertilización	
Figura 10. Fertilización del cultivo 3.....	66
Figura 11. Control de malezas 1	
Figura 12. Control de malezas 2	67
Figura 13. Control de plagas 1	
Figura 14. Control de plagas 2	67
Figura 15. Evaluación altura de planta	
Figura 16. Evaluación altura de inserción.....	68
Figura 17. Longitud de mazorca	
Figura 18. Mazorcas de ensayo	68
Figura 19. Rendimiento por tratamientos	
Figura 20. Peso grano tratamientos.....	74

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar el efecto de la fertilización de Nitrógeno y Magnesio sobre la concentración de clorofila en diferentes dosis en maíz, la investigación se realizará en los predios del Sr. Ángel Oswaldo Peña Chileno-ubicada en el recinto "Las Guijas 1" perteneciente al cantón pueblviejo. Entre las coordenadas geográficas del sitio Longitud 79°32.49" y Latitud 1°27.39". Como material de siembra se utilizará el híbrido de maíz AZOR, como fuente de nitrógeno se utilizó urea al 46% y como fuente de magnesio se utilizó el producto comercial sulfato de magnesio con una concentración de 25% de magnesio y 20% azufre, para la realización de la investigación de campo se empleará el diseño experimental de bloques completamente al azar "DBCA" con 6 tratamientos en 4 repeticiones. Para realizar la evaluación de los tratamientos, se utilizará la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. Luego con los datos que fueron obtenidos sean transferidos al programa estadístico Infostat y Excel para que estos datos sean procesados por estas plataformas y se puedan obtener las estadísticas. Se evaluaron las siguientes variables: Altura de Planta, Altura de Inserción de la Mazorca, Días de floración, niveles de clorofila escala IPNI, Niveles de clorofila SPAD, Longitud de Mazorca, Peso en húmedo y Eficiencia agronómica. Para los datos obtenidos se determinó que el mejor tratamiento en cuanto al beneficio económico y mejor producción fue la aplicación 140Kg/ha de nitrógeno y 50Kg/ha de magnesio con una producción de 9360,87 Kg/ es decir 206.87 qq, con un beneficio mayor a los demás tratamientos con \$ 1380,14.

Palabras Claves: fertilización, nitrógeno, Magnesio, Clorofila, Maíz

SUMMARY

The present investigation has as main objective to evaluate the effect of Nitrogen and Magnesium fertilization on the concentration of chlorophyll in different doses in corn, the investigation will be carried out on the farms of Mr. Ángel Oswaldo Peña Chileno-located in the "Las Guijas" 1 "belonging to the Pueblo Viejo cantón. Between the geographic coordinates of the site Longitude 79°32.49" and Latitude 1°27.39". The AZOR corn hybrid will be used as planting material, 46% urea was used as a nitrogen source and the commercial product magnesium sulfate with a concentration of 25% magnesium and 20% sulfur was used as a source of magnesium, for the carrying out the field research, the completely randomized block experimental design "DBCA" with 6 treatments in 4 repetitions will be used. To carry out the evaluation of the treatments, the Tukey test will be used at 95% probability. Then, with the data that was obtained, they are transferred to the statistical program Infostat and Excel so that these data are processed by these platforms and the statistics can be obtained. The following variables were evaluated: Plant Height, Ear Insertion Height, Flowering days, IPNI scale chlorophyll levels, SPAD chlorophyll levels, Ear Length, Wet weight and Agronomic Efficiency. For the data obtained, it was determined that the best treatment in terms of economic benefit and best production was the application of 140Kg/ha of nitrogen and 50Kg/ha of magnesium with a production of 9360.87 Kg/, that is, 206.87 qq, with a greater benefit. to the other treatments with \$1380.14.

Keywords: fertilization, nitrogen, Magnesium, Chlorophyll, Maize

CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L*) es un cultivo muy primordial del Ecuador esto se da gracias a que este grano es un componente básico para la alimentación de los seres humanos también se lo relaciona a costumbres y tradiciones locales, se lo puede simbolizar por su gran alternativa de producción que es económicamente rentable, esto se da gracias a la inmensidad utilidad que se le da a este grano en industrias de alimentos y balanceados (INIAP 2021).

En la actualidad en cultivo de maíz amarillo duro se lo cultiva en gran cantidad en la región Costa esto se dio gracias a que el cultivo tuvo grandes incrementos en su rendimiento promedio del cultivo; esto se debe a que las empresas de semillas agrícolas han ido innovando la utilidad de semillas certificadas, han incrementado sus técnicas de nutrición en el cultivo, sus riegos han sido controlados y las cadenas de economía, entre otros (INFO AGRO 2020).

La superficie cosechada de maíz en Ecuador es de 355 913 hectáreas, abarcando una producción de 1'358 626 toneladas métricas. La provincia de Los Ríos ocupa el primer lugar con el 47 % (6,2 toneladas por hectárea), en segundo lugar, se encuentra la provincia de Manabí con el 21 % (5,0 t/ha) y Guayas con el 18 % (4,6 t/ha). Considerando así un bajo valor ya que estas cantidades de toneladas no abastece la gran demanda de las agroindustrias del Ecuador (ANDRADE 2021).

La producción de los cultivos depende de la intercepción de la radiación solar y de su conversión en biomasa. La cantidad de radiación incidente que es interceptada por el cultivo está determinada por el área foliar, por la orientación de la hoja y por su duración. (FAO 2020)

La cantidad total de radiación interceptada a lo largo de todo el período de cultivo depende del tiempo requerido para alcanzar la intercepción máxima (o LAI máxima, si el cultivo no cubre completamente la tierra) y también de la duración del área verde de la hoja. Los factores experimentales que reducen la

expansión de la hoja son el déficit de agua y la baja disponibilidad de nutrimentos. (FAO 2020)

La falta de nutrientes en el suelo también puede ser un factor limitante este se debe a las carencias que el suelo puede tener; por otro lado, el exceso de éstos puede provocar toxicidad. Cuando un suelo no provee los nutrientes esenciales necesarios para las plantas se generan deficiencias nutricionales, las cuales se reflejan en su desarrollo y productividad.

Una eficiente nutrición que se debe tener en el cultivo de maíz es una manera básica para poder obtener altos rendimientos favorables para la agricultura. Una buena administración de la fertilización puede mejorar la calidad de los cultivos, porque aporta a la planta los nutrientes que son necesarios para su desarrollo.

El nitrógeno es un nutriente muy importante para la planta de maíz, es un controlador de producción por lo que se considera mucho en la agricultura. Cuando el nitrógeno es capturado por la planta de maíz lo almacena en el tallo y en las hojas para que pueda ser producida la fotosíntesis. Causando consigo un gran rendimiento en la floración con lo que esta se relaciona directamente con el número de las semillas que va a contener cada mazorca (DF GRUPO 2022).

Por otro lado, el magnesio también es un macronutriente esencial para el cultivo de maíz ya que es el encargado del proceso fotosintético esto se da gracias a su componente básico de la clorofila encargándose consigo de la tonalidad verdosa de la planta.

Una buena aplicación de magnesio garantiza un elevado contenido de clorofila en las hojas por lo que la cavidad del rendimiento en el maíz es muy garantizada. Una elevada capacidad de asimilación y un transporte mejorado son la base de una formación completa del grano.

En este trabajo investigativo se logrará determinar el efecto de la fertilización de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en diferentes dosificaciones.

1.1 Contextualización de la situación de la problemática

1.1.1 Contexto Internacional

El maíz, es uno de los cereales más importantes del mundo, suministra elementos nutritivos a los seres humanos, a los animales y es una materia prima básica de la industria.

La producción de maíz a nivel mundial es más grande que cualquier otro cereal. Anualmente la producción es de 850 millones de toneladas en grano que se cultiva en una superficie de 162 millones de hectáreas, con una producción promedio de 5.2 t/ha. (Yara 2023)

1.1.2 Contexto Nacional

El maíz es el principal cultivo transitorio por extensión que se siembra en el Ecuador. De este tipo de maíz, 361.347 hectáreas se producen, sobre todo, en las provincias de Los Ríos, Guayas y Manabí, donde se concentra el 75% del área total nacional, con un promedio de producción de 3,5 toneladas por hectárea. (INIAP 2022)

Fertilizar es aportar los nutrientes que la planta necesita para que sea plenamente productiva en cantidad y en calidad, es decir, es mejorar las carencias de micronutrientes para aumentar la rentabilidad de los cultivos.

El Nitrógeno (N) capturado por las plantas de maíz se acumula en los tallos y hojas, promoviendo la fotosíntesis. Esto promueve el crecimiento del rendimiento, especialmente durante la floración, lo que está directamente relacionado con la cantidad de semillas por mazorca.

EL Magnesio (Mg) es la base estructural de la clorofila y por ello esencial en el proceso de la fotosíntesis y la fijación de CO₂ como coenzima. Es esencial en todos los procesos de fosforilación de la planta, promoviendo la transferencia y conversión y acumulación de la energía. (INTAGRI 2020)

1.1.3 Contexto Local

La deficiencia de nutrientes es un desafío que los agricultores de la parroquia Puerto Pechiche poseen diariamente en sus cultivos, la falta de nitrógeno (N) y magnesio (Mg) provoca que la producción sea cada vez menos eficiente.

El desafío más precoz que a diario se ve en los agricultores de la parroquia Puerto Pechiche es que muchos agricultores tienen poco conocimiento a la hora de dosificar el cultivo de maíz, causando que sus suelos desgasten los pocos nutrientes que poseen y provocando una erosión de los suelos, que con el pasar de los años trae problemas muy graves en la agricultura de la parroquia Puerto Pechiche.

1.1.4 Planteamiento del problema

El cultivo de maíz se ha ido expandiendo en el área de siembra, es de suma importancia a nivel nacional ya que este grano es una de las materias primas más importantes de la alimentación, gracias a este se elaboran la alimentación de animales se elaboran también productos que ayudan a la alimentación humana colocándose, así como un cultivo que genera fuentes de trabajo y una economía rentable.

La deficiencia de nutrientes es un desafío que los agricultores poseen en sus cultivos, la falta de nitrógeno (N) y magnesio (Mg) que es de suma importancia en el cultivo de maíz se ha ido disminuyendo en los suelos por las malas aplicaciones, otro problema que se da a menudo es el alto precio de los fertilizantes, ocasionando que los agricultores obtén por nuevas medidas de fertilización provocando la degradación de los suelos y bajos rendimientos en sus cultivos.

Por lo que en este trabajo investigativo se determinaron los síntomas de eficiencia de nitrógeno y magnesio en el cultivo de maíz según la escala, con la finalidad de obtener una correcta dosificación de fertilizantes que ayuden a los agricultores en sus cultivos y en su economía.

1.2 Justificación

La falta de nutrientes en el suelo es un suceso que va aumentando cada año, la aplicación de productos químicos en forma poco adecuada en el cultivo de maíz ha provocado la erosión de los suelos de la zona. Esto se produce debido a que en grandes extensiones de producción de cultivos necesitan de una elevada cantidad de nutrimentos que contiene el suelo, mismos que al no estar en grandes cantidades en las plantas afectan el bienestar del cultivo.

Esta problemática está influyendo en procesos como la acidificación del suelo una situación que ha ido aumentando en los últimos años, la nutrición incorrecta de la planta puede provocar que se dé un proceso deficiente y una mayor susceptibilidad a plagas, insectos y enfermedades afectando los rendimientos finales.

Una de las deficiencias nutricionales en maíz que con más frecuencia se da es la falta de nitrógeno que se determina por un amarillamiento en la planta. El amarillamiento o clorosis se presenta primero en las hojas bajas (antiguas) o en las hojas superiores que están totalmente expandidas. La planta se torna pálida iniciando una necrosis café en la punta de la hoja pasando por la nervadura media en forma de v invertida.

El magnesio es un nutriente que se traslada en la planta, por lo cual los síntomas pueden mostrarse inicialmente en las hojas viejas como una clorosis intervenal. Con graves deficiencias los síntomas pueden presentarse en las hojas jóvenes causando la necrosis. En el cultivo de maíz las hojas viejas se tornan rojizas o se crean amarronamiento de los puntos en las hojas y márgenes. La clorosis intervenal puede ir también de amarillo a blanco.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivos general

Evaluar el efecto de la fertilización de Nitrógeno y Magnesio sobre la concentración de clorofila en diferentes dosificaciones en el híbrido de maíz en la zona de Pueblo Viejo.

1.3.2 Objetivos específico

- Establecer los niveles de clorofila en el cultivo de maíz en la zona de Pueblo Viejo.
- Identificar las dosis más eficientes de nitrógeno y magnesio en la producción de maíz.
- Realizar un análisis económico en relación con el beneficio y costos de producción.

1.4. Hipótesis

H_0 = La aplicación de Nitrógeno y Magnesio no afectará la concentración de clorofila en las plantas de maíz.

H_1 = La aplicación de Nitrógeno y Magnesio afectará la concentración de clorofila en las plantas de maíz.

CAPITULO II.- MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

El cultivo de maíz es muy pluralizado a nivel mundial ya que ocupa el tercer lugar después de trigo y arroz colocándose, así como un grano muy importante para la vida humana y animal. Este grano ha sido cultivado por las antiguas culturas de Centroamérica es muy reconocido gracias a los mayas que la sembraron en terrenos boscosos y las plantas se hicieron cultivables para sembrar maíz que era una de las principales fuentes de alimento (Sánchez 2012).

Con el pasar de los años las semillas han sido mejoradas con la finalidad de obtener un insumo que sea estratégico para la agricultura, su eficiencia y rendimiento puede abarcar con las necesidades alimenticias de la población mundial. Esto se hizo con la finalidad de obtener una elevada producción y un alto rendimiento por hectárea a un bajo costo, se lo hizo más resistentes a vientos y a varias enfermedades que son ocasionadas por hongos (Tadeo 2000).

La ausencia de nitrógeno es una de las más comunes deficiencia nutricional que puede tener el cultivo de maíz, se determina por el amarillamiento de la planta. Esta también es conocida como clorosis se presenta primero en las hojas bajas (antiguas) o en las hojas que están en la parte superior que están totalmente expandidas. La planta toma un color pálido y empieza una necrosis café en la punta de la hoja que puede avanzar hasta la nervadura medio y puede visualizarse como una v invertida (INIAP 2022).

La deficiencia de magnesio en el maíz es reconocida por los aclaramientos que se van formando en hileras de perlas esto se concentra en la hoja y en los limbos foliares que por lo general son normalmente verdes. Si la falta de magnesio sigo estando en la planta, las hojas seguirán perdiendo su tonalidad verdosa y con el pasar de los días se producirá un amarillamiento en los bordes de las hojas (Kieserit 2019).

En los últimos años una de la problemática que se ha visto es el alto precio de fertilizantes esto se da a que las exportaciones por tonelada subieron un 17% es decir el doble de su valor, ocasionando que los agricultores no realicen las

aplicaciones de nutrientes que el cultivo de maíz requiere y obtén por disminuir las dosificaciones exponiendo a que el cultivo sufra de escasas nutricional y se obstruya en su etapa vegetativa (Orozco 2022).

2.2. Bases teóricas

(Mondragón 2009) determinó que la Clasificación taxonómica del maíz es la siguiente:

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Subdivisión	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Maydeae
Genero	<i>Zea</i>
Especie	<i>Mays</i>

2.2.1 Marco teórico

El maíz es considerado una planta gramínea, esta planta se originó de México, donde en la actualidad es uno de los cereales que mayor producción posee en todo el mundo, colocándolo por delante del trigo y el arroz. Su nombre científico surgió del griego Zeo, palabra que los tainos (nativos del Caribe) la utilizaban para identificar al grano. Pero no solo es conocido con ese nombre también es llamado de varias maneras dependiendo de la cultura o país en el que exista este cultivo. En América se lo conoce como choclo, elote Sarao Zara. (Stockton 2001).

El maíz proviene desde hace aproximadamente, ocho milenios. Señal de los procesos que llevaron los pueblos nativos a dominar el cultivo de este cereal,

que en la actualidad es de mucha importancia para el mundo las primeras muestras del maíz fueron encontradas en la cueva de Coxcatlán, esto se llevó a cabo gracias a las condiciones tan secas del clima Tehuacán este clima impidió que el maíz se descompusiera, por ello se dice que en este lugar provinieron los primeros cultivos de maíz (Stockton 2001).

Hoy en día el maíz es catalogado como una fuente muy fundamental en alimentos de seres humanos y alimentación animal, también se consideró una de las materias primas más indispensable para la fabricación de productos de alimentación, también es utilizado para medicinas y es utilizada para las industrias. Sus granos, sus hojas, y sus tallos son aprovechados para la creación de almidón aceite comestible, bebidas con alcohol, hoy en día es empleado como combustible alternativo a gasolina que sale con una economía rentable y es menos contaminante (FAO 2022).

2.2.2. Características botánicas

Según Maroto (1998), el maíz posee las siguientes características botánicas:

- **Raíces:** Son muy agrupadas y su única misión es poder darle una perfección de anclaje a la planta, pero cabe recalcar que en muchos casos se pueden sobresalir unos nuditos de las raíces esto se da a nivel del suelo y puede ocurrir en aquellas raíces secundarias
- **Tallo:** es muy sencillo su forma es erecta como la de una caña, es macizo en la parte interior, posee una longitud muy elevada que puede llegar a los cuatro metros de altura, también es robusto y no tiene ramificaciones.
- **Hojas:** son lanceoladas y muy largas, están son alternas paralelinervias. Se las pueden encontrar apretando o abrazando el tallo, tiene una vellosidad en el haz, sus extremos son afilados y pueden ocasionar cortaduras
- **Inflorescencia:** es una planta que tiene sus flores masculinas y femeninas que son separadas dentro de la misma planta. La inflorescencia masculina es una panícula (vulgarmente denominado

espigón o penacho) que es de color amarillo que puede llegar a tener aproximadamente entre 20 a 25 millones de granos de polen, por lo que cada flor que tiene la panícula puede llegar a tres estambres donde se desarrolla el polen.

Pero la inflorescencia femenina cuando ya ha sido engendrada por los granos de polen se la llama mazorca, es aquí donde se pueden encontrar las semillas (granos de maíz) en grupos a lo largo de un eje, esta mazorca se puede encontrar cubierta por hojitas de coloración verde, terminando en una especie de penacho de coloración amarillo oscuro.

- **Grano**, la cobertura de la semilla (fruto) es conocida pericarpio, es muy dura, en la parte de abajo esta la capa de aleurona que es la encargada de darle la tonalidad al grano estas pueden ser (blanco, amarillo, morado), contiene proteínas y en su interior se halla el endospermo con el 85-90% del peso del grano. El embrión está formado por la radícula y la plúmula.

2.2.3. Factores edafoclimáticos

El maíz es una planta muy peculiar sus condiciones climáticas son de una amplia capacidad de respuesta que es brindada por el medio ambiente, consta con un alto nivel de contestación ante los efectos de luz (Deras 2012).

Adaptación

El maíz contiene un excelente ciclo y desarrollo vegetativo que puede llegar hasta los 5 metros de altura.

Suelo

Los suelos más útiles para el cultivo de maíz son los suelos que constan con una textura de retención medio (francos), fértiles, que puedan ser drenados, y poseen amplia profundidad, los suelos también deben tener una alta capacidad de retención de agua. Normalmente el maíz, tiene una buena producción en suelos que tienen un pH de 5.5 y 7.8.

Agua

La escasez de agua es uno de los factores muy limitantes en el cultivo de maíz. Cuando hay presencia de estrés hídrico o sequía en las primeras etapas (15 a 30 días) de lo establecido puede ocasionar grandes pérdidas de las plantas jóvenes, esto provocaría que la densidad poblacional se reduzca y provoque obstrucción en su crecimiento.

Luminosidad

Las plantas usan la luz como fuente de energía para la fotosíntesis. El término fotosíntesis se refiere a la reacción entre el dióxido de carbono y el agua, en presencia de luz, para producir carbohidratos y oxígeno. La velocidad de este proceso depende en gran medida a la cantidad de luz; la reacción de la fotosíntesis es más alta a medida que aumenta la radiación fotosintéticamente activa (RFA).

Las plantas almacenan y usan los carbohidratos producidos durante la fotosíntesis como su fuente de alimento. Cada especie de planta comienza el proceso de fotosíntesis a distintos niveles de energía de luz, lo que se denomina punto de compensación de la luz. Este punto comienza cuando la energía de la luz es suficiente para realizar la actividad fotosintética para producir más oxígeno de lo que requiere la planta para la respiración. O contrariamente, la liberación del dióxido de carbono a través de la respiración de la planta debe ser menor que el dióxido de carbono total utilizado por la planta para la fotosíntesis. (CHEN 2022)

Heliofanía

La heliofanía representa la duración del brillo solar u horas de sol, y está ligada al hecho de que el instrumento utilizado para su medición, heliofanógrafo, registra el tiempo en que recibe la radiación solar directa. La ocurrencia de nubosidad determina que la radiación recibida por el instrumento sea radiación solar difusa, interrumpiéndose el registro. Por lo tanto, si bien hay energía incidente disponible, la concentración o densidad de esta no es suficiente para ser registrada.

A pesar de lo expresado, la duración del brillo solar está muy relacionada con la radiación solar global incidente. Esto es importante dado que se logra caracterizar una localidad sobre la base de registros históricos de este tipo de instrumentos (heliofanógrafo) dado que estos son económicos, robustos y requieren mínimo mantenimiento. (INIAP 2016)

Humedad

La disponibilidad de la humedad del suelo es de los factores más importantes que afectan el rendimiento del maíz, en términos de calidad y rendimiento. Dicho rendimiento depende en gran medida de como el riego es calendarizado en las diferentes etapas fenológicas del cultivo. La Figura 1 muestra una curva ideal del efecto del contenido de humedad en el rendimiento. A niveles altos de humedad (casi saturación) el rendimiento se ve afectado por una reducción en el oxígeno disponible para las raíces. El otro extremo se presenta cuando la humedad disponible es muy baja por lo que la planta usa gran cantidad de energía para extraer la poca humedad disponible que se encuentra fuertemente retenida por las partículas del suelo.

Con algunas excepciones, bajo condiciones de saturación es sumamente difícil abastecer a las raíces simultáneamente de los requerimientos de agua, nutrientes y aire. Cuando el suelo se satura, los nutrientes solubles se disuelven y el agua se encuentra disponible en grandes cantidades, pero el oxígeno tiende a ser el factor limitante; a medida que el suelo se va drenando y secando, las cantidades de oxígeno y humedad pasan a una zona óptima, para que finalmente el agua sea un factor limitante cuando el suelo se seca. Como la mayoría de los nutrientes que la planta necesita se absorben en forma iónica, el agua es también un medio cuya disponibilidad condiciona su absorción por las raíces.

2.2.4. Etapas del cultivo de maíz

Valle (2022) afirma que el maíz tiene 2 etapas: vegetativas y reproductivas

Etapa vegetativa

- **VE Emergencia:** El coleóptilo sobre sale de la superficie del suelo.
- **V1 Primera hoja:** Se manifiesta el cuello de la primera hoja.
- **V2 Segunda hoja:** Es visible el cuello de la segunda hoja.
- **V3 Tercera hoja:** Es visible el cuello de la hoja número "n". ("n" es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; "n" generalmente entre puede variar entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo.)
- **V(n) Enésima hoja.**
- **VT Aparición de panojas:** Se puede visualizar la última rama de la panícula.

Etapa reproductiva

- **R1 Aparición de los estigmas:** Antesis o floración masculina: Son visibles los estigmas.
- **R2 Blíster:** Etapa de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
- **R3 Grano lechoso:** Etapa lechosa. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
- **R4 Grano pastoso:** Etapa masosa. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
- **R5 Grano dentado:** Etapa dentada. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una "línea de leche" cuando se observa el grano desde el costado.
- **R6 Grano madurado:** Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%.

2.3. Ciclo vegetativo del maíz

Nascencia

Etapa en la que se transcurre desde que el maíz es sembrado, hasta que se visualiza el coleóptilo.

Crecimiento

cuando el maíz ya está empezando a germinar y si vemos que el maíz no presenta ninguna controversia saldrá a la vista las hojas pasando tres días. Entre los 15 y 20 días la planta debe tener entre 5 a 6 hojas aproximadamente eso significara que la planta ya está tomando su forma en las primeras 4-5 semanas (Oñate 2016).

Floración

entre los 25-30 días la plántula de empezar a formar su panoja en la parte interior del tallo y en la base que este posee. Entre la 4-6 semana la planta de maíz comenzara a liberar el polen esto lo realizara entre 5-8 días. Pero cabe recalcar que si el cambio climático provoca estrés en la planta puede variar esta etapa.

Fructificación

En esta etapa la planta ya estableció el número de granos por mazorca, el rendimiento final puede depender de la disponibilidad de materiales que logre asimilar la planta. Los nutrientes y los carbohidratos se acumulan en el espacio que queda libremente por debajo de los granos que están en desarrollo y se desplazan hacia los granos que siguen un gradiente en la difusión. Los desbalances es una de las consecuencias que más se presenta en este proceso la falta de nitrógeno el desarrollo del grano depende de una correcta dosificación de carbono y nitrógeno (Lafitte 2019).

2.3.1. Fertilización del cultivo de maíz

Para que un cultivo de maíz presente un desarrollo vegetativo muy eficaz, se deberá requerir de un adecuado manejo de nutrientes; además de constar con los más importantes como luminosidad, agua y calor. Con una fertilización muy precisa y en sintonía y que el cultivo tenga una ubicación agradable, el agricultor puede lograr tener una producción de maíz exitosa (Valle 2022).

El cultivo de maíz se aprovecha de los fertilizantes agrícolas, esto se da gracias a la liberación de los nutrientes que estos poseen, también se tienen una

relación muy estrecha con las necesidades que requiere el cultivo de maíz. Generalmente una fertilización orgánica se lleva a cabo en primavera antes de que sea sembrado. Por lo que es de mucha importancia esta técnica que aplaque las pérdidas y que pueda conservar el suelo (Tarazona 2016).

Si un fertilizante es aplicado antes de que el maíz sea sembrado, el suelo debe ser aplanado y no arado. Si la aplicación tiene lugar después de la siembra, debe realizárselo muy cerca del suelo, entre las líneas (Deras 2014).

Después de la preparación del suelo y la siembra, este paso es primordial es perfecto para el desarrollo del cultivo. La fertilización es una tecnología que está muy al alcance de los agricultores y es uno de los más incomprendidos o mal utilizados por los maiceros (INIAP 2022).

Las aplicaciones de los fertilizantes se logró mejorar las manifestaciones fisiológicas y morfológicas del cultivo del maíz, de esta manera el cultivo no pasó por desórdenes nutricionales que afectasen su normal desarrollo, estimulando de esta manera el desarrollo y calidad nutricional del pasto, sobre todo bajo las condiciones ambientales presentes. Los mejores niveles de contenido de nutrientes en el análisis foliar los presentaron los cultivos que fueron tratados con diversas dosis de fertilizantes edáficos (Gómez 2011).

Karlen *et al.* citado por Ciampitti, Boxler y García (2006) indica que: “Durante las últimas décadas, el cultivo de maíz ha presentado un incremento continuo en productividad, como resultado de un conjunto de prácticas de manejo implementadas, junto con el progreso del mejoramiento genético. Este incremento en productividad trae aparejado un aumento de la materia seca total y, en consecuencia, de la acumulación o absorción de nutrientes”.

El rendimiento de maíz está determinado principalmente por el número final de granos logrados por unidad de superficie, el cual es función de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del período de floración (Lamilla *et al.* 2018).

Por lo tanto, para alcanzar altos rendimientos, el maíz debe lograr un óptimo estado fisiológico en floración: cobertura total del suelo y alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa. La adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente a partir del momento en que estos son requeridos en mayores cantidades (aproximadamente con 5-6 hojas desarrolladas), asegura un buen crecimiento foliar y una alta eficiencia de conversión de la radiación interceptada (Colina *et al.* 2020).

La adecuada nutrición de las plantas es esencial para obtener la mejor rentabilidad, el manejo de los fertilizantes y la fertilidad del suelo es un importante factor del manejo rentable del cultivo, el balance de la nutrición y el adecuado manejo del cultivo mejoran la economía de la producción del maíz (Mite 2015).

2.3.2. Importancia del nitrógeno y magnesio en el cultivo de maíz

El nitrógeno es considerado como una de las contribuciones nutricionales más importantes en el cultivo de maíz ya que este macronutriente controla la producción, esto se da gracias a que este nutriente es el más requerido por la planta de maíz. El nitrógeno que es absorbido por la planta de maíz se aglomera en grandes cantidades en el tallo y en las hojas lo que ayuda a favorecer la actividad fotosintética, promoviendo consigo el desarrollo del cultivo en el periodo de floración, etapa que se junta directamente con el número de granos de las mazorcas (Cadec 2018).

El magnesio es un nutriente de vital importancia ya que, en varias funciones de los cultivos, la participación que tiene este macronutriente durante el proceso de la fotosíntesis, se da gracias a que es un componente básico de la clorofila, que es la molécula que se encarga de dar la tonalidad verde a las plantas. Asimismo, también interviene en la activación de un sin número de enzimas necesarias para el desarrollo vegetal y contribuye a la síntesis de proteínas (Fertibox 2020).

Ciampitti (2015) sostiene que, en el caso del N, la dosis a utilizar se puede determinar a través de la relación entre el (nitrógeno disponible (N), nitratos del

suelo a pre-siembra, 0-60 cm, más el fertilizante nitrogenado) y el rendimiento del cultivo. Es conocido que pueden obtenerse diferentes respuestas a la aplicación de N debido a las condiciones climáticas: temperatura, precipitación; Suelo: Temperatura, Materia orgánica, textura; Manejo de cultivo: Riego, densidad, fertilización, así también como la utilización de diferentes genotipos.

García (2008) concluyeron que el Nitrógeno es el nutriente que más limita la producción del cultivo de Maíz, además el contenido de este nutriente está asociado al verdor del follaje, lo que significa que éste índice podría utilizarse como una herramienta para el manejo del N en los cultivos.

El INTA (2014) señala que el Nitrógeno actúa como combustible, dándole energía al área foliar para que se mantenga sana y llegue a la etapa de llenado de granos con altas tasas de crecimiento para obtener elevados rendimientos y granos de calidad. Dicho nutriente posee una alta movilidad en el suelo.

Para obtener una tonelada de grano de maíz, el cultivo extrae: 22 kg Nitrógeno, 4 kg Fósforo, 19 kg Potasio, 3 kg Calcio, 3 kg Magnesio, 4 kg Azufre (García 2014).

Para lograr una producción exitosa de maíz híbrido, se requiere de buenas prácticas de manejo, desde la selección del sistema de siembra, distancias apropiadas, uso de semillas de alto potencial genético, hasta el desarrollo de un programa racional de control de malezas y plagas que, acompañado de una buena fertilización nos aseguran los máximos rendimientos. Además, los híbridos de maíz requieren de altos niveles de fertilización para producir bien, así el maíz extrae del suelo 90 kg de N; 27 kg de P₂O₅; 26 kg de K₂O; 11 kg de Ca; 13 kg de Mg; 10 kg de S por cada 100 quintales de grano de maíz (India 2018).

Las variables evaluadas en el presente ensayo (con excepción de altura de planta, días a floración y longitud de mazorca) presentaron alta significancia durante el desarrollo de este, debido a las condiciones ambientales, manejo de cultivo y aplicación de los tratamientos. Con esto se logra mayor rendimiento en Insignia tratado con Micromix 100 kg/ha (9376,44 kg/ha) (Carpio *et al.* 2018).

CAPITULO III.- METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación – Línea de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Para la realización de la investigación de campo se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar “DBCA” con 6 tratamientos en tres repeticiones. Para realizar la evaluación de los medios de los tratamientos, se utilizará la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

3.1.2 Línea de investigación

Dominio: Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología.

Línea de investigación: Desarrollo agropecuario agroindustrial sostenible y sustentable.

Sub línea: Fisiología y nutrición vegetal

3.2. Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de Variables. 2023.

Tipo de Variable		Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de medición	Instrumentos de medición
Independiente	Dosis de fertilizante con nitrógeno y magnesio.	Aumento en las dosis de fertilizantes para la producción de pigmentos en las unidades experimentales	Establecimiento de niveles de clorofila en el cultivo de maíz Identificación de dosis eficientes de nitrógeno y magnesio Evaluación económica.	Dosis de productos experimentales Unidades experimentales Población de plantas Curva de crecimiento	Cuantitativo	Datos de cotejo Tablas de referencias Matrices de valoración Análisis de datos

Dependiente	Concentración de clorofila en el cultivo de maíz.	Evaluación de producción de pigmento por unidad de área	Actividades por realizar para evaluar los efectos de los nutrientes en maíz	Producción de clorofila en hoja Porcentaje de incremento en hoja de pigmento Niveles adecuados de fertilización	Cuantitativo	Observación directa Tabla de datos
-------------	---	---	---	---	--------------	---

3.3. Población y muestra de la investigación

El proyecto de investigación se lo realizó en el cantón Pueblo Viejo - Parroquia Puerto Pechiche, en los previos del Sr. Ángel Oswaldo Peña Chileno (propietario) que se encuentra ubicado en el recinto las Guijas Pugas 1 el sitio experimental posee una dimensión de 440 m² siendo 24 parcelas con una medición 4 m² la separación de bloques fue de 2 metros, su distanciamiento entre hileras fue de 80 cm y 20 cm entre plantas, con una población de siembra de 100 plantas por cada tratamiento de 4 m² con un margen de error del 12% que da como resultado 1750 plantas.

3.4. Técnicas e instrumentos de medición- datos a evaluar- materiales y métodos

Características del sitio del trabajo de integración curricular

La presente investigación se llevó a cabo en los predios del Sr. Ángel Oswaldo Peña Chileno, ubicada en el Recinto "Las Guaijas 1" cantón Pueblo Viejo, entre las coordenadas geográfica del sitio longitud W79°32'49" y latitud S1°27'39".

3.4.1. Material de siembra

Como material de siembra se utilizó el híbrido de Maíz (AZOR), cuyas características agronómicas se detallan a continuación:

- Tipo de Híbrido Simple;
- Altura de Planta (m): 2.50m
- Altura de Mazorca (m):1.40m
- Tipo de grano: color amarillo naranja
- Días a Floración: 50

- Días a Cosecha: 100-120
- Numero de hilera:16-18
- Resistencia al acame: Muy Buena

3.5. Procesamiento de datos

Gracias a la naturaleza de investigación experimental, los datos se consiguieron a través de los tratamientos, donde se determinó las variables a medir. Luego con los datos que fueron obtenidos fueron transferidos al programa estadístico Infostat y Excel para que estos datos sean procesados por estas plataformas y se puedan obtener las estadísticas.

3.6. Tratamiento de estudio o tipo de encuesta

Se valoraron los tratamientos por medio de aplicaciones de nitrógeno y sulfato de magnesio con las respectivas dosis, por lo que se puede evidenciar en el siguiente cuadro:

Tabla 2. Tratamiento de estudio o tipo de encuesta

	Nitrógeno¹ (NO₃) Kg/ha	Magnesio² (MgO) Kg/ha	Época de aplicación d.d. s²
T1	0	0	0
T2	109	83	15-30-45
T3	94	66	15-30-45
T4	78	50	15-30-45
T5	63	33	15-30-45
T6	47	17	15-30-45

1/ Como fuente de nitrógeno se utilizará urea al 46%, este se aplicará a los 15-30-45 días después de la siembra.

2/ Como fuente de magnesio se utilizará el producto comercial sulfato de magnesio con concentración 25 % magnesio y 20% azufre, este se aplicará a los 15-30-45 días después de la siembra.

3.7. Característica del área experimental

Tabla 3. Característica del área experimental

Descripción	Dimensión
Ancho de parcela	4,0 m
Longitud de parcela	4,0 m
Área de parcela	16,0 m ²
Área total del experimento	440 m ²

3.8. Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló mediante el siguiente esquema:

Tabla 4. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	5
Repeticiones	3
Error experimental	15
Total	17

3.8.1. Análisis de suelo

Previo al establecimiento del cultivo se realizó un muestreo de suelos para enviar dicha muestra y realizar un análisis de laboratorio. Esto con el fin de determinar la incidencia del magnesio en este.

3.8.2. Preparación de suelo

Para esta labor se llevó a cabo un pase de arado de disco y dos pases de rastra en sentido contrario, con el fin de dejar el suelo en condiciones aptas para la respectiva siembra manual.

3.8.3. Siembra

La siembra se efectuó manual con un espeque, usando un distanciamiento de 0,2 m entre plantas por 0,8 m entre hileras, se depositó una semilla por sitio. Previo a la siembra las semillas fueron tratadas con el insecticida Thiodicarb en dosis de 3cc/kg de semilla, con el fin de prevenir ataques de insectos trozadores en el suelo.

3.8.4 Control de malezas

Las malezas se controlaron en preemergencia con el herbicida Pendimetalin en dosis de 2,5 l/ha y Atrazina de 1,0 kg/ha. De manera posterior se realizaron controles de malezas manual a los 30, 45 y 75 días después de la siembra.

3.8.5. Control fitosanitario

Para el control de plagas se realizó la aplicación de Cipermetrina (0.3 L/ha) a los 25 días después de la siembra por la aparición de daños de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). A los 45 días después de la siembra se aplicó Clorpirifos (1 L/ha) para el control de gusano jerecito (*Eslasmopalpus* sp) y Diazinon 1 L/ha para el control de *Dalbolus*.

Para el control de mancha de asfalto (*Monographella*) se aplicó 0.3 L/ha de Amistar top a los 55 días después de la siembra.

Para el control de pulgones (*Rhopalosiphum maidis*) se aplicó 100g/ha de Acetamiprid.

3.8.6. Riego

El cultivo se sembró en épocas de lluvias, por lo tanto, no fue necesario aplicaciones de riego al cultivo.

3.8.7. Fertilización

El programa de fertilización estuvo basado en el cuadro de tratamientos para los nutrientes Nitrógeno y Magnesio. Para las dosis del resto de nutrientes se empleó una media de producción de 7 toneladas, para el efecto se aplicará:

50 kg DAP, 60 kg Muriato de potasio. Al momento de la siembra con un espeque a un costado de la semilla se colocará 5 g de fertilizante 8-20-20.

Las aplicaciones a los 20 y 40 días después de la siembra. La colocación del fertilizante se hizo en bandas a 10 cm de las plantas. Las aplicaciones de fertilizantes edáficos se realizaron en horas de la tarde para evitar estrés las plántulas y con suelo húmedo, para favorecer su asimilación.

3.9 Métodos

En la presente investigación se utilizarán los siguientes métodos:

- Deductivo - Inductivo,
- Inductivo - Deductivo
- Experimental

3.10 Variables a estudiar

Variables dependientes: Concentración de clorofila en el cultivo de maíz.

Variables independientes: Dosis de fertilizante con nitrógeno y magnesio.

3.11. Datos a evaluar

3.11.1. Altura de planta

Se tomó la altura de planta con un flexómetro, de 10 plantas al azar por cada tratamiento. Se chequeo desde el suelo hasta la última hoja emergida, por lo que se expresó en metros.

3.11.2. Altura de inserción de la mazorca

Por cada tratamiento se tomó al azar 10 plantas por el cual se registró desde el nivel del suelo hasta la primera inserción de la mazorca. Este dato fue expresado en centímetros.

3.11.3. Días de floración

Esta variable se evaluó desde la siembra hasta por lo menos visualizar 50 % de inflorescencia emitidas en cada tratamiento estudiado. seleccionando 10 plantas al azar por tratamiento.

3.11.4. Niveles de clorofila escala IPNI

Para esta variable se utilizó la tabla Leaf Color Chart (LCC), tecnología desarrollada por el Instituto Indio de Investigación del Arroz (IIRR). Esta tabla mide a través de 5 paneles personalizados IIRR LCC la tonalidad de verde en las hojas a través del espectro de reflectancia. Esto se lo realizó en 2 hojas por cada tercio de la planta en 10 individuos al azar por cada tratamiento.

3.11.5. Niveles de clorofila SPAD

Los niveles de clorofila se evaluaron por un medidor SPAD-502, el cual mide la cantidad y muestra los resultados como valores en índice SPAD (Densidad de clorofila) (*Witt et al. 2004*). Las medidas se toman in situ sin necesidad de cortar muestras de hojas y se consigue simplemente proyectando luz a través de una hoja, se procedió a tomar 2 hojas por cada tercio de la planta en 10 individuos al azar por cada tratamiento. Las evaluaciones se realizaron a partir de los 30 días después de la siembra de manera semanal.

3.11.6. Longitud de la mazorca

La evaluación se registró desde el pedúnculo de la inserción de la planta hasta el ápice de esta. Se utilizó una cinta métrica y se tomó 10 mazorcas al azar por cada tratamiento.

3.11.7. Rendimiento por hectárea

El rendimiento por hectárea se evaluó de la siguiente manera, se tomó 10 plantas por cada tratamiento para luego desgranarlo manualmente para obtener el peso de las 10 mazorcas por cada tratamiento.

3.11.8. Eficiencia agronómica

Estuvo fundamentado en la porción de nutrientes necesarios para producir una tonelada de producto final con relación al testigo sin tratar. Se valora con la siguiente ecuación:

$$EA = ((R - R_0)) / D$$

Dónde: EA = Eficiencia agronómica

R= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo con el nutriente
R0= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo sin el nutriente
D= Cantidad de la nutriente aplicada.

3.12. Aspectos éticos

En el contexto de la investigación científica, el plagio consiste en utilizar ideas o contenidos ajenos como si fueran propios. Es plagio, tanto si obedece a un acto deliberado como a un error. La práctica de aspectos éticos se garantiza de conformidad en lo establecido en el Código de Ética de la UTB.

Para la aprobación de la UIC, se generará un reporte del software anti-plagio, para garantizar la aplicación de aspectos éticos, con los que el estudiante demostrará honestidad académica, principalmente al momento de redactar su trabajo de investigación. Los docentes actuarán de conformidad a lo establecido en el Código de Ética de la UTB, y demostrarán honestidad académica, principalmente al momento de orientar a sus estudiantes en el desarrollo de la UIC.

Artículo 25.- Criterios de Similitud en la Unidad de Integración Curricular. –

En la aplicación del Software anti-plagio se deberá respetar los siguientes criterios:

Porcentaje de 0 al 15%: Muy baja similitud (Texto aprobado)

Porcentaje de 16 al 20%: Baja similitud (Se comunica al autor para corrección)

Porcentaje de 21 al 40%: Alta similitud (Se comunica al autor para revisión con el tutor y corrección)

Porcentaje Mayor del 40%: Muy Alta Similitud (Texto reprobado)

(UTB (Universidad Técnica de Babahoyo) 2021)

CAPITULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1 Altura de planta

En la tabla 1 se presentan los resultados de la altura de planta encontrados en las evaluaciones realizadas, donde se reportan alta significancia estadística entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue 2,01%.

La aplicación de nitrógeno y magnesio en el T2 (109-83 Kg/ha) con 246,33 cm fue estadísticamente superior y diferente al testigo (226,00 cm), sin embargo, este valor fue estadísticamente igual a T3 (94-66 Kg/ha), T4 (78-50 Kg/ha), T5 (63-33 Kg/ha) y T6 (47-17 Kg/ha).

Tabla 5. Altura de planta con la aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el cultivo de maíz. Pueblo Viejo, 2023.

Tratamiento	Nitrógeno	Magnesio	Altura de planta (cm)
T1	0	0	226,00 b
T2	109	83	246,33 a
T3	94	66	241,33 a
T4	78	50	239,67 a
T5	63	33	239,00 a
T6	47	17	238,33 a
Promedio			238,41
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación			2,01

Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 5% ($P \geq 0,05$)

** : Altamente significativa

Ns: No significativa

4.1.2. Altura de inserción de mazorca

La tabla 2 muestra los promedios de Altura de inserción de mazorca reportados en los datos encontrados en las unidades experimentales, en los cuales existió alta significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 2,22%.

La aplicación de nitrógeno y magnesio en el T2 (109-83 Kg/ha) con 143,25 cm fue estadísticamente superior y diferente al testigo (124,00 cm), a pesar de que, este valor fue estadísticamente igual a T3 (94-66 Kg/ha), T4 (78-50 Kg/ha), T5 (63-33 Kg/ha) y T6 (47-17 Kg/ha).

Tabla 6. Altura de inserción de mazorca con la aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el cultivo de maíz. Pueblo Viejo, 2023.

Tratamiento	Nitrógeno	Magnesio	Altura de inserción de mazorca (cm)
T1	0	0	124,00 c
T2	109	83	143,25 a
T3	94	66	139,00 ab
T4	78	50	137,00 ab
T5	63	33	136,50 ab
T6	47	17	136,00 b
Promedio			136,04
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación			2,22

Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 5% ($P \geq 0,05$)

** : Altamente significativa

Ns: No significativa

4.1.3. Días de floración

En la tabla 3 se muestran los resultados de los días de floración encontrados en las evaluaciones realizadas, donde se reportan alta significancia estadística entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue 0,44%.

La aplicación de nitrógeno y magnesio en el T3 (94-66 Kg/ha) con (49,05 días) fue estadísticamente superior y diferente al testigo (47,00 días), a pesar de que, este valor fue estadísticamente igual al T2 (109-83 Kg/ha) con (49,00 días), siendo T4 (78-50 Kg/ha) superior con (48,00 días) a T5 (63-33 Kg/ha) y T6 (47-17 Kg/ha).

Tabla 7. Días de floración con la aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el cultivo de maíz. Pueblo Viejo, 2023.

Tratamiento	Nitrógeno	Magnesio	Días de floración
T1	0	0	47,00 c
T2	109	83	49,00 a
T3	94	66	49,05 a
T4	78	50	48,00 b
T5	63	33	47,25 c
T6	47	17	47,00 c
Promedio			48,14
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación			0,44

Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 5% ($P \geq 0,05$)

** : Altamente significativa

Ns: No significativa

4.1.4 Niveles de clorofila Escala IPNI

En la tabla 4 se presentan los resultados de los niveles de clorofila escala IPNI encontrados en las evaluaciones realizadas, donde se reportan alta significancia estadística entre los tratamientos. Los coeficientes de variación fueron: 1,55 %, 1,61 %, 1,68 % y 1,78 %; en su orden.

A los 30 días después de la siembra, a aplicación de nitrógeno y magnesio en el T4 (78-50 Kg/ha) con (4,17) fue estadísticamente superior, sin embargo, este valor fue estadísticamente igual a T2 (109-83 Kg/ha) y a los demás tratamientos.

En la evaluación 37 días después de la siembra, la aplicación de nitrógeno y magnesio en el T2 (109-83 Kg/ha) con (4,42) fue estadísticamente superior y diferente al testigo con (3,96) y al T6 (47-17 Kg/ha) con (4,18), sin embargo, el valor de T3 (94-66 Kg/ha) con (4,33), T4 (78-50 Kg/ha) con (4,21), T5 (63-33 Kg/ha) con (4,22) fueron estadísticamente iguales.

La evaluación a los 44 días después de la siembra no reporto significancia estadística entre los tratamientos siendo el T5 (63-33 Kg/ha) con (4,16) quien obtuvo el promedio más alto, observándose en el testigo el registro más bajo con (3,63).

En la evaluación a los 51 días después de la siembra reporto estadística que el tratamiento T2 (109-83 Kg/ha) con (4,29) fue estadísticamente superior y diferente al testigo con (3,46) mientras que los tratamientos T3 (94-66 Kg/ha) Y T5 (63-33 Kg/ha) fueron superior a T4 (78-50 Kg/ha) y al T6 (47-17 Kg/ha).

Tabla 8. Niveles de Clorofila con la escala IPNI, aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el cultivo de maíz. Pueblo Viejo, 2023.

Tratamiento	Nitrógeno	Magnesio	Niveles de clorofila			
			30 dds	37 dds	44 dds	51 dds
T1	0	0	4,08 a	3,96 c	3,63 b	3,46 c
T2	109	83	4,16 a	4,42 a	4,09 a	4,29 a
T3	94	66	4,12 a	4,33 ab	4,14 a	4,12 ab
T4	78	50	4,17 a	4,21 b	4,09 a	4,00 b
T5	63	33	4,05 a	4,22 b	4,16 a	4,12 ab
T6	47	17	4,08 a	4,18 b	4,10 a	3,98 b
Promedio			4,11	4,22	4,04	4,00
Significancia estadística			Ns	**	**	**
Coeficiente de variación			1,55%	1,61%	1,68%	1,78%

Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 5% ($P \geq 0,05$)

** : Altamente significativa

Ns: No significativa

Dds: días después de la siembra

4.1.5. Niveles de clorofila SPAD

La tabla 5 muestra los promedios de los niveles de clorofila SPAD reportados en los datos encontrados, en los cuales existió alta significancia estadística, siendo los coeficientes de variación: 7,20%, 9,20%, 6,33% y 18,41%; en su orden.

A los 30 días después de la siembra, a aplicación de nitrógeno y magnesio en el T2 (109-83 Kg/ha) con 6,16 fue estadísticamente superior y diferente al testigo (4,41), sin embargo, este valor fue estadísticamente igual a T3 (94-66 Kg/ha), T4 (78-50 Kg/ha), T5 (63-33 Kg/ha) y T6 (47-11 Kg/ha). En la evaluación 37 días después de la siembra, a aplicación de nitrógeno y magnesio en el T2 (109-83 Kg/ha) con 7,83 fue estadísticamente igual al testigo (6,13) y T3 (94-66 Kg/ha) con (5,92), siendo estadísticamente superior al resto de tratamiento.

La evaluación a los 44 días después de la siembra no reporto significancia estadística entre los tratamientos siendo el T2 (109-83 Kg/ha) con 6,06 quien obtuvo el promedio más alto, observándose en el testigo el registro más bajo. En la evaluación a los 51 días después de la siembra no reporto significancia estadística entre los tratamientos siendo el T2 (109-83 Kg/ha) con 6,981 quien obtuvo el promedio más alto, observándose en el T6 (60 -10 Kg/ha) el registro más bajo.

Tabla 9. Cantidad de clorofila con índice SPAD con la aplicación de nitrógeno y magnesio en el cultivo de maíz. Pueblo Viejo, 2023.

Tratamiento	Nitrógeno	Magnesio	Índice de SPAD			
			30 dds	37 dds	44 dds	51 dds
T1	0	0	4,44 b	6,13 b	5,16 b	4,93 a
T2	109	83	6,16 a	7,83 a	6,06 a	6,91 a
T3	94	66	5,24 bc	5,92 b	5,90ab	5,25 a
T4	78	50	5,16 bc	5,83 b	5,89ab	5,52 a
T5	63	33	5,57 a	5,77 b	5,91ab	4,96 a
T6	47	17	4,92 bc	5,45 b	5,66ab	4,77 a
Promedio			5,24	6,16	5,75	5,42
Significancia estadística			**	**	**	Ns
Coeficiente de variación			7,20	9,20	6,33	18,41

Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 5% ($P \geq 0,05$)

** : Altamente significativo

Ns: No significativo

Dds: días después de la siembra

4.1.6. Longitud de mazorca

En la tabla 6 se presentan los resultados de la longitud de mazorca encontrados en las evaluaciones realizadas, donde se reportan alta significancia estadística entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue 2,33%.

La aplicación de nitrógeno y magnesio en el T2 (109-83 Kg/ha) con (16,75 cm) y T3 (94-66 Kg/ha) con (17,00 cm) fue estadísticamente superior y diferente al testigo (14,00 cm), a pesar de que, este valor fue estadísticamente igual al T6 (47-17 Kg /ha) con (14,75 cm), mientras que el tratamiento T4 (78-50 Kg/ha), T5 (63-33 Kg/ha) presentaron poca similitud.

Tabla 10. Longitud de mazorca con la aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el cultivo de maíz. Pueblo Viejo, 2023.

Tratamiento	Nitrógeno	Magnesio	Longitud de Mazorca
T1	0	0	14,10 e
T2	109	83	16,75 ab
T3	94	66	17,00 ab
T4	78	50	16,00 bc
T5	63	33	15,25 cd
T6	47	17	14,75 de
Promedio			16,02
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación			2,33

Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 5% ($P \geq 0,05$)

** : Altamente significativa

Ns: No significativa

4.1.7. Rendimiento por Hectárea

La tabla 7 muestra los promedios del rendimiento por hectárea reportados en los datos encontrados, en los cuales existió alta significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 2,11%.

La aplicación de nitrógeno y magnesio en el T2 (109-83 Kg/ha) con (9360,87Kg/ha) y el T3 (94-66 Kg/ha) fueron estadísticamente superiores al

testigo. Por otra parte, la dosis T4 (78-50 Kg/ha) fue estadísticamente superior al T5 (63-33 Kg/ha) y al T6 (47-17 Kg /ha).

Tabla 11. Rendimiento por Hectárea con la aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el cultivo de maíz. Pueblo Viejo, 2023.

Tratamiento	Nitrógeno	Magnesio	Rendimiento kg/ha
T1	0	0	4838,30 f
T2	109	83	9360,25 a
T3	94	66	8120,00 b
T4	78	50	7370,25 c
T5	63	33	6652,00 d
T6	47	17	5454,00 e
Promedio			6966,33
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación			2,11

Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 5% ($P \geq 0,05$)

** : Altamente significativa

Ns: No significativa

4.1.8 Eficiencia agronómica

En la tabla 8 se presentan los resultados de la eficiencia agronómica encontrados en las evaluaciones realizadas, donde se reportan alta significancia entre los tratamientos. El coeficiente de variación de la eficiencia agronómica del nitrógeno es de 90,36% y del magnesio de 6,94%.

El tratamiento que mayor asimilación obtuvo en la eficiencia agronómica fue el tratamiento T2 (109-83- Kg/ha) con un 46,83% de nitrógeno, por otra parte, el testigo y el T6 (47-17 Kg /ha) fueron los que presentaron el nivel más bajo de la tabla.

En la eficiencia agronómica de magnesio los tratamientos que presentaron la mayor asimilación fueron el T2 con un porcentaje de 90,43% al igual que el T5 que obtuvo el porcentaje de 90,07%. Por ende, el tratamiento que obtuvo el menor porcentaje fue el tratamiento T1 (testigo) con un valor de 0.

Tabla 12. Eficiencia agronómica con la aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el cultivo de maíz. Pueblo Viejo, 2023.

Tratamiento	Nitrógeno	Magnesio	EA Nitrógeno	EA Magnesio
T1	0	0	0 bc	0
T2	109	83	46, 83a	90, 43a
T3	94	66	41,02ab	82,06a
T4	78	50	40,08ab	84, 40a
T5	63	33	39,68ab	90, 70a
T6	47	17	-33,44c	61,57b
Promedio			22,36	68,19
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación			90,36	6,04

Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 5% ($P \geq 0,05$)

** : Altamente significativa

Ns: No significativa

4.1.9 Análisis económico

En el cuadro 9 se observa los valores del análisis económico realizado entre los tratamientos propuestos. El mayor rendimiento económico e ingreso se produjo en el tratamiento T2 (140-50 Kg/ha) con (1380,14), mientras el menor ingreso se tuvo en el testigo con (378,63) y en el T6 (60-10 Kg /ha) con (469,70),

Tabla 13. Costos fijos por hectárea con la aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la concentración de clorofila en el cultivo de maíz, Pueblo Viejo 2023.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Alquiler de terreno	Ha	1	200,00	200,00
Preparación suelo				
Rastra	1	2	25,00	50,00
Hibrido AZOR	Funda	1	145,00	145,00
Abono completo	saco	3	36,00	108,00
Thiodicarb +Imidacloprid	250cc	1	8,50	8,50
Siembra	Maquinaria	1	70,00	70,00
Control de malezas				
Atrazina	Kg	1	6,00	6,00
Pendimetalin	L	2,5	7,00	17,50
Glifosato	L	3	3,00	9,00
Mano de obra	Jornales	2	10,00	20,00
Control fitosanitario				
Cipermetrina	L	0,3	4,30	4,30
Clorpirifos	L	1	9,00	9,00
Diazinon	L	1	9,85	9,85
Amistar top	L	0,3	5,90	5,90

Acetamiprid	100gr	2	3,00	6,00
propiconazole	1L	1	16,80	16,80
Mano de obra	Jornales	6	60,00	60,00
Fertilización				
Muriato de potasio	45Kg	1	40,00	40,00
DAP	50Kg	1	58,00	58,00
Sub Total				838,60
Administración (5%)				39,20
Total, costo fijo				877,80

Tabla 14. Análisis económico con la aplicación de Nitrógeno y Magnesio sobre la concentración de clorofila en la producción de maíz, Pueblo Viejo 2023

Tratamientos	Dosis de Nitrógeno kg/ha	Dosis de magnesio kg/ha	kg/ha	#qq 45,25 kg	Valor de Producción (USD)	Costos Fijos	Costo de Nitrógeno	Costo de magnesio	Cosecha + transporte	Total	Beneficio Neto (USD)
T1	0	0	4838,80	106,93	1390,09	877,80	0	0	133,66	1011,46	378,63
T2	140	50	9360,87	206,87	2689,31	877,80	147,78	25,00	258,59	1309,17	1380,14
T3	120	40	8120,37	179,45	2332,85	877,80	126,67	22,00	224,31	1250,78	1082,07
T4	100	30	7370,73	162,89	2117,57	877,80	105,60	16,50	203,61	1203,51	914,06
T5	80	20	6652,60	147,02	1911,26	877,80	84,48	11,00	183,78	1112,06	799,20
T6	60	10	5454,63	120,54	1567,02	877,80	63,34	5,50	150,68	1097,32	469,70

Urea = \$ 48,00

qq 45.25 Kg = \$ 13,00

Cosecha y transporte = \$ 1,25

4.2. Discusión

A través del presente estudio se realizó la aplicación de fertilizantes a base de nitrógeno y magnesio para la evaluación de la concentración de clorofila en el híbrido de maíz (*Zea mays L.*), mediante los cuales se presentaron resultados en diferentes variables agromorfológicas.

Los resultados muestran una alta relación entre la aplicación de nitrógeno y magnesio sobre la formación de clorofila en las hojas, la cual es directamente proporcional a la dosis aplicada, ya que, mientras mayor concentración se encuentra en el suelo disponible para la planta, esta logra una mayor concentración de fotosintatos para ser asimilados. Esto concuerda con lo descrito por Intriago *et al.* (2022) quienes manifiestan que, con altas dosis de nitrógeno y magnesio, se logra incrementos en la parte vegetativa dando como resultado un mayor rendimiento del cultivo.

Con respecto a las variables relacionadas con la producción del cultivo se demostró un aumento de estas, cuando las dosis de magnesio se elevan entre 30-40 kg/ha. Esto hace que se haga imperativo el suministro de magnesio constante en el cultivo tal como lo indica Zamora (2019) quien con dosis de entre 20-30 kg/ha logró incrementos de grano entre 65-90 % con relación al testigo no tratado.

El contenido de clorofila encontrado con la aplicación de los fertilizantes indica que resulta urgente la aplicación de magnesio y nitrógeno en la producción comercial del cultivo de maíz, porque resultados de análisis de suelo realizados por Cadena *et al.* (2022) demuestran una disminución en los valores a y través

del tiempo, los cuales no han sido tomados en consideración por los agricultores, quienes, al no hacer este tipo de análisis, desconocen la cantidad y calidad de los elementos en el suelo.

Una de las situaciones que no se apreciaron en el trabajo fue que altas concentraciones NH_4 , tienden a restringir la disponibilidad de magnesio. Esto se debió a que el mejor nivel de magnesio del suelo para el crecimiento de la planta cuando cerca del 10 por ciento de la capacidad de intercambio de cationes (CIC) está saturada con magnesio, situación que es normal en los suelos donde se estableció el ensayo, mismo que cuentan con pH de 6,5. Esto se relaciona con lo relacionado por Bajaña *et al.* (2022) quienes demuestran que dosis entre 64-96 kg/ha, si tiene una marcada influencia en la disponibilidad tanto de nitrógeno como del magnesio asimilable.

CAPITULO V. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Basándose en los resultados obtenidos en este ensayo se concluye que:

1. Las plantas con mayor altura fueron las del tratamiento 2 con aplicación de 109 Kg/ha de nitrógeno y la aplicación de magnesio 83 Kg/ha.
2. La mayor altura de inserción de mazorca fue obtenida en el Tratamiento 2 con la aplicación de 109 Kg/ha de nitrógeno y 83 Kg/ha de magnesio.
3. Las plantas con mayores resultados de floración fue el Tratamiento 2 con la aplicación de 109 Kg/ha de nitrógeno y 83 Kg/ha de magnesio. Sin embargo, el T3 tuvo porcentaje similar al T2.
4. El mayor nivel de clorofila Escala IPNI se logró con el Tratamiento 2 con la aplicación de 109 Kg/ha de nitrógeno y 83 Kg/ha de magnesio.
5. El tratamiento con el mayor Nivel de clorofila SPAD se presentó en el T2 con la aplicación de 109 Kg/ha de nitrógeno y 83 Kg/ha de magnesio.
6. Las plantas con mayor longitud de mazorca fueron los Tratamientos 3 con la aplicación de 94 Kg/ha de nitrógeno y 66 Kg/ha de magnesio al igual que el T2 con la aplicación de 109 Kg/ha de nitrógeno y 83 Kg/ha de magnesio.
7. El mayor rendimiento de granos por hectárea se obtuvo con la aplicación de 109 Kg/ha de nitrógeno y 83 Kg/ha de magnesio.
8. En el análisis económico el tratamiento que mayor resultado produjo fue el Tratamiento 2 con la aplicación de 109 Kg/ha de nitrógeno y 83 Kg/ha de magnesio.

5.2 Recomendaciones

En base a las conclusiones obtenidas se recomienda que:

1. Efectuar aplicaciones de nitrógeno y magnesio tomando en cuenta el programa de fertilización, estimado a la dosis en 140Kg/ha de nitrógeno y 50 Kg/ha de magnesio en el caso de maíz.
2. Utilizar el Híbrido de Maíz AZOR, que tuvo un buen rendimiento durante el ensayo en la temporada utilizada.
3. Realizar investigaciones con nuevas aplicaciones de Nitrógeno y Magnesio con diferentes distanciamientos de siembra, para poder observar en que afecta otras dosis de fertilización en el cultivo y en su producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 Andrade Arias M. 2021. Productividad y precios de maíz duro pre y post covid – 19 en el Ecuador (en línea). Universidad y Sociedad 13 (1) :13 consultado 5 de dic. 2021. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000400143
- 2 Cadec,S. 2018. Influencia del nitrógeno en el cultivo de maíz. Cadec. (1): 6. Consultado 24 ene.2023. Disponible en <https://www.cadec.com.py/blog/influencia-del-nitrogeno-en-cultivo-de-maiz>
- 3 Carpio, L., Colina, E., castro, C., Mora, O. 2018. Evaluación de fertilizantes con microelementos en la productividad de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en Ricaurte, Los Ríos, Ecuador. Memorias del Primer Simposio en Suelos y Nutrición de Cultivos 2018. Archivos Académicos USFQ, 11(1):1–41. ISSN: 2528-7753
- 4 Chen Lopez. J. La influencia de la luz en el crecimiento del cultivo (en línea). Promix 1 (1): consultado 17 de mayo. 203. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-influencia-de-la-luz-en-el-crecimiento-del-cultivo/>
- 5 Ciampitti, I. A., Boxler, M., García, F. O. 2006. Nutrición de Maíz: Requerimientos y Absorción de Nutrientes. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/2EB470FD702C566D85257984005754F1/\\$FILE/14.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/2EB470FD702C566D85257984005754F1/$FILE/14.pdf). Consultado: 12-08-2020.
- 6 Ciampitti, I. 2015. Requerimientos y absorción de nutrientes. Manuales IPNI. Buenos Ares, Argentina. 25p.
- 7 Colina, E., Jara, A., Castro, C., García, G., Rojas, N. 2020. Efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en la producción de híbridos de maíz duro. Memorias VII Congreso REDU. Urcuqi, Ecuador. 615p. ISBN: 978-9942-8792-1-9

- 8 Deras Flores, H. 2014. Guia técnica el cultivo de maíz (en línea). (1): 42. Consultado 24 ene. 2023. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
- 9 Df grupo (distrito federal grupo). 2022. Importancia del nitrógeno en el cultivo de maíz (en línea). Nutriendo la tierra. (1): 4. Consultado 10 de dic 2022. Disponible en <https://www.dfgrupo.com/importancia-del-nitrogeno-en-el-cultivo-del-maiz/#:~:text=El%20Nitr%C3%B3geno%20capturado%20por%20las,cantidad%20de%20semillas%20por%20mazorca>.
- 10 Df grupo (distrito federal grupo). 2022. Importancia del nitrógeno en el cultivo de maíz (en línea). Nutriendo la tierra. (3): 6. Consultado 20 de mayo 2023. Disponible en: <https://www.dfgrupo.com/importancia-del-nitrogeno-en-el-cultivo-del-maiz/>
- 11 Fao (organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. 2022. Usos del maíz (en línea). El maíz. (1): 11. Consultado 24 de ene. 2023. Disponible en <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:3IbQ900bpdkJ:https://www.fao.org/3/x7650s/x7650s08.htm&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
- 12 Fao (organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. 2022. Fisiología del maíz (en línea). El maíz. (1): 1. Consultado 17 de mayo. 2023. Disponible en <https://www.fao.org/3/x7650s/x7650s05.htm>
- 13 Fertibox,2020. Análisis agrícolas (en línea). Revista fertibox (2). Consultado 21 de marzo 2023. Disponible en: <https://www.fertibox.net/single-post/deficiencia-fertilizantes>
- 14 García, F. O. 2014. Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. Obtenido de <http://www.fertilizando.com/articulos/Criterios-Manejo-Fertilizacion-Cultivo-Maiz.pdf>. Consultado: 12-08-2020.
- 15 García, F. 2014. Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. INPOFOS/PPI/PPIC.
- 16 Gómez, G. 2011. Efecto de la fertilización sobre la producción de maíz duro en la zona de Ventanas (en línea). Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador. 75p.

- 17 Guacho Abarca, E. 2014. Caracterización Agro- morfológica del maíz (*Zea mays* L) de la localidad de San José de Chazo (en línea). Tesis Ingeniero Agrónomo. Riobamba. Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Consultado 24 ene. 2023. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/234574936.pdf>
- 18 H.r. lafitte. 2019. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción (en línea, sitio web). Consultado 31 oct. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/x7650s/x7650s05.htm#topofpage>.
- 19 India S.A. (2018). Manual del cultivo del maíz duro. Boletín Técnico y divulgativo. N°14. 12p.
- 20 INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2021. Guía para la producción sustentable de maíz en Ecuador (en línea). Revista Iniap.(1): 141. Consultado 24 ene. 2023. Disponible en [file:///C:/Users/User/Downloads/GUIA%20CULTIVO%20DE%20MAIZ%202021-1%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/GUIA%20CULTIVO%20DE%20MAIZ%202021-1%20(2).pdf)
- 21 INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2022. Guía para la producción sustentable de maíz en Ecuador (en línea). Revista Iniap. (1): Consultado 21 de mar. de 23. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5812/1/Deficiencias%20nutricionales%20en%20el%20ma%C3%ACz.pdf>
- 22 INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2016.Heliofania o duración del brillo solar (en línea). Revista Iniap.(1): 1. Consultado 15 mayo. 2023. Disponible en: http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/le/cc_helio.htm#:~:text=La%20heliofan%C3%ADa%20representa%20la%20duraci%C3%B3n,recibe%20la%20radiaci%C3%B3n%20solar%20directa.
- 23 INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2016.Heliofania o duración del brillo solar (en línea). Revista Iniap.(1): 1. Consultado 20 mayo. 2023. Disponible en: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rmaizd>
- 24 INTA. (s.f.). [www.inta.gob.ar](http://inta.gob.ar/documentos/informacion-tecnica-de-manejo-de-cultivos-de-verano-2015). Recuperado el 14 de Mayo de 2017, de INTA: <http://inta.gob.ar/documentos/informacion-tecnica-de-manejo-de-cultivos-de-verano-2015>

- 25 INTAGRI. Claves de alto rendimiento de maíz en el Ecuador. (2020). Consultado 20 de mayo 2023. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/cereales/claves-para-el-alto-rendimiento-de-maiz>
- 26 Lamilla, A., Colina, E., Casto, C., Santana, D., García, G., Mora, O., Uvidia, M., León, J., Goyes, M. (2018). *Fertilización con potasio y fosfitos, sobre el rendimiento de maíz duro (Zea mays) en la zona subcentral litoral*. European Scientific Journal, 14(15), 46–57. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n15p46>
- 27 Mite Vivar, F. (2015). Manejo de la fertilización en maíz duro. Quevedo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Departamento Nacional de Manejo de Suelos y Aguas. (Manual Técnico no. 28).
- 28 Mondragón, J. 2004. Zea Mays ssp. Mexicana (Schrader) Ilt (en línea). Maíz cimarrón (1). Consultado 21 de marzo 2023. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/zea-mays-mexicana/fichas/pagina1.htm>
- 29 Moroto, 1998. “caracterización agro-morfológica del maíz (zea mays l.) de la localidad san José de chazo.”(en línea) Tesis. Consultado 21 de marzo 2023. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/234574936.pdf>
- 30 Oñate, I. 2016. “duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz (zea mays) var .blanco harinoso criollo , bajo las condiciones climáticas del cantón cevallos ” (en línea). S.I., s.e. 102 p. Disponible en 44 [http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18305/1/tesis-116 ingeniería agronómica -cd 371.pdf](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18305/1/tesis-116%20ingenier%C3%ADa%20agron%C3%B3mica%20-%20cd%20371.pdf).
- 31 Orozco, M. 2022. Crisis de agroquímicos golpea los precios de los alimentos revista (en línea). consultado 21 de mar. de 23. Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/aumento-precio-agroquimicos-urea-alimentos-ecuador/>
- 32 Pliego, E. 2022. El maíz: su origen, historia y expansión (en línea). Panorama cultural (1): 4. Consultado 24 de ene 2023. Disponible en

- <https://panoramacultural.com.co/gastronomia/3676/el-maiz-su-origen-historia-y-expansion>
- 33 Sánchez, C. 2012 “Proyecto del maíz”. CORPOICA
- 34 Tarazona, A. 2016. Fertilización del maíz (en línea). Tarazona. (1):6. Consultado 24 ene.2023. Disponible en <https://www.antoniotarazona.com/blog/agricultura/fertilizacion-del-maiz/>
- 35 Tadeo, R. (2000). Híbridos de maíz. Periodismo de ciencia y tecnología. Universidad Autónoma de México. Disponible en: www.invdes.com.mx
- 36 Stockton, M.2021. El maíz su origen historia y expansión (en línea). Panorama cultural. Periódico cultural de Colombia (1) consultado 21 marzo.2023. Disponible en: <https://www.panoramacultural.com.co/gastronomia/3676/el-maiz-su-origen-historia-y-expansion>
- 37 Tarazona, A. 2016. Fertilización del maíz (en línea). Tarazona. (1):6. Consultado 24 ene.2023. Disponible en <https://www.antoniotarazona.com/blog/agricultura/fertilizacion-del-maiz/>
- 38 Valle, S. 2022. Fenología y Fisiología en cultivos de maíz (en línea). Semillas Valle S.A. Sembramos futuro. (1): 5. Consultado 24 ene. 2023. Disponible en <https://semillasvalle.com/site/blog/fenologia-y-fisiologia-en-cultivos-de-maiz/>
- 39 Zamora, C. 2019. Respuesta agronómica del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), a la aplicación de fertilizantes con Silicio y Magnesio, en condiciones de secano- Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador. 54p.
- 40 Cadena, D., Colina, E., Alcívar, L., Santana, D. 2022. Potencial productivo de los suelos y calidad de las aguas de zonas agrícolas del cantón Babahoyo. En memorias: XIV Congreso Latinoamericano de Agronomía. Guayaquil, Ecuador. 30p. ISBN: 978-9942-844-72-9
- 41 Bajaan, A., López, M., Troya, G., Mejía, A. 2022. Efectos de Silicio y Magnesio sobre la respuesta agronómica del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en la zona de Babahoyo. En memorias: I Congreso Internacional de Investigación, Innovación y gestión del conocimiento. Babahoyo, Ecuador. 62p. ISBN: 978-9942-606-10-5
- 42 Barrios, M; Basso, C. 2018. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre componentes del rendimiento y calidad nutricional del grano de seis híbridos

- de maíz (en línea). Revista Bioagro 9(1):39-48. Consultado 1 may 2023. Disponible en <https://ve.scielo.org/pdf/ba/v30n1/art04.pdf>.
- 43 García, R. 2022. Determinar el efecto de las deficiencias de nitrógeno en el NDVI del cultivo de maíz (*Zea mays*) (en línea). Tesis. Tlajomulco De Zúñiga, Jalisco, Tecnológico Nacional De México Campus Tlajomulco. Consultado 1 may 2023. Disponible en <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/4456/1/Tesis%20NDVI%20FINAL%20FINAL%203.1%20RAFAEL.pdf>.
- 44 Intriago, J; Alcívar, B; Mero, V. 2022. Diagnóstico de la comercialización de café en el centro artesanal de producción y comercio exterior, parroquia San Plácido, Portoviejo. REVISTA ESPAMCIENCIA 13(2):27-33. DOI: https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v13i2.276.
- 45 Quiñonez, J. 2022. “utilización del instrumento greenseeker para dosificar la segunda fertilización nitrogenada en maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) (en línea). Tesis. Ing. Agr. Lima, Perú, Universidad nacional agraria la molina.. Consultado 1 may 2023. Disponible en <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5536/qui%C3%B1ones-vasquez-josselyn-daniela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- 46 Vecilla, B. 2019. “Omisión de nutrientes en la obtención de un nuevo híbrido simple de maíz duro (*Zea mays* L.), para el Litoral ecuatoriano, en la zona de Mocache.” (en línea). Tesis. Ing. Agr. Babahoyo, Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo. Consultado 1 may 2023. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6631/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000205.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- 47 Yara. Revista (1). 2 (en línea) El maíz a nivel mundial. Consultado 20 de mayo 2023. Disponible en: <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/maiz/produccion-mundial/#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20ma%C3%ADz%20a,promedio%20de%205.2%20t%2Fha>.

APENDICES

APENDICE 1. Análisis de varianza

Altura de planta

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE PLANTA	24	0,73	0,59	2,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	947,67	8	118,46	5,13	0,0032
BLOQUES	44,83	3	14,94	0,65	0,5965
TRATAMIENTOS	902,83	5	180,57	7,82	0,0008
Error	346,17	15	23,08		
Total	1293,83	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,99379

Error: 23,0778 gl: 15

BLOQUES	Medias	n	E.E.
1	240,67	6	1,96 A
4	238,33	6	1,96 A
2	237,50	6	1,96 A
3	237,17	6	1,96 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,03640

Error: 23,0778 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
N, Mg (109-83 Kg)	246,25	4	2,40 A
N, Mg (94-66 Kg)	241,25	4	2,40 A
N, Mg (78-50 Kg)	239,75	4	2,40 A
N, Mg (63-33 Kg)	239,00	4	2,40 A
N, Mg (47-17 Kg)	238,25	4	2,40 A
TESTIGO	226,00	4	2,40 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Altura de inserción de mazorca

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZ..	24	0,87	0,80	2,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	890,33	8	111,29	12,22	<0,0001
BLOQUE	63,13	3	21,04	2,31	0,1178
TRATAMIENTO	827,21	5	165,44	18,16	<0,0001
Error	136,63	15	9,11		
Total	1026,96	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,02198

Error: 9,1083 gl: 15

BLOQUE Medias n E.E.

1	138,50	6	1,23	A
4	135,83	6	1,23	A
3	135,50	6	1,23	A
2	134,00	6	1,23	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,93346

Error: 9,1083 gl: 15

TRATAMIENTO Medias n E.E.

N,Mg (109-83 Kg)	143,25	4	1,51	A
N,Mg (94-66 Kg)	139,00	4	1,51	A B
N,Mg (78-50 Kg)	137,00	4	1,51	A B
N,Mg (63-33 Kg)	136,50	4	1,51	A B
N,Mg (47-17 Kg)	136,00	4	1,51	B
TESTIGO	124,00	4	1,51	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Días de Floración

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAS DE FLORACION	24	0,97	0,95	0,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18,45	8	2,31	51,88	<0,0001
BLOQUES	0,11	3	0,04	0,85	0,4880
TRATAMIENTOS	18,33	5	3,67	82,50	<0,0001
Error	0,67	15	0,04		
Total	19,11	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,35080

Error: 0,0444 gl: 15

BLOQUES Medias n E.E.

1	48,00	6	0,09	A
4	47,87	6	0,09	A
3	47,83	6	0,09	A
2	47,83	6	0,09	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,48433

Error: 0,0444 gl: 15

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

N,Mg (94-66 Kg)	49,05	4	0,11	A
N,Mg (109-83 Kg)	49,00	4	0,11	A
N,Mg (78-50 Kg)	48,00	4	0,11	B
N,Mg (63-33 Kg)	47,25	4	0,11	C
TESTIGO	47,00	4	0,11	C
N,Mg (47-17 Kg)	47,00	4	0,11	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Niveles de clorofila escala IPNI

Análisis de la varianza

SEMANA 1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SEMANA 1	24	0,60	0,38	1,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,09	8	0,01	2,77	0,0423
BLOQUE	0,05	3	0,02	3,78	0,0334
TRATAMIENTO	0,04	5	0,01	2,17	0,1131
Error	0,06	15	4,0E-03		
Total	0,15	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10578

Error: 0,0040 gl: 15

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	4,16	6	0,03	A
2	4,14	6	0,03	A B
4	4,11	6	0,03	A B
1	4,04	6	0,03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14604

Error: 0,0040 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
N, Mg (78-50 Kg)	4,17	4	0,03	A
N, Mg (109-83 Kg)	4,16	4	0,03	A
N, Mg (94-66 Kg)	4,12	4	0,03	A
TESTIGO	4,08	4	0,03	A
N, Mg (47-17 Kg)	4,08	4	0,03	A
N, Mg (63-33 Kg)	4,05	4	0,03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

SEMANA 2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SEMANA	2	24	0,88	0,81 1,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,49	8	0,06	13,19	<0,0001
BLOQUE	1,0E-03	3	3,4E-04	0,07	0,9728
TRATAMIENTO	0,49	5	0,10	21,05	<0,0001
Error	0,07	15	4,6E-03		
Total	0,56	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11320

Error: 0,0046 gl: 15

BLOQUE	Medias	n	E.E.
1	4,23	6	0,03 A
2	4,22	6	0,03 A
4	4,22	6	0,03 A
3	4,21	6	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15628

Error: 0,0046 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
N, Mg (109-83 Kg)	4,42	4	0,03 A
N, Mg (94-66 Kg)	4,33	4	0,03 A B
N, Mg (63-33 Kg)	4,22	4	0,03 B
N, Mg (78-50 Kg)	4,21	4	0,03 B
N, Mg (47-17 Kg)	4,18	4	0,03 B
TESTIGO	3,96	4	0,03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

SEMANA 3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
SEMANA	3	24	0,92	0,88	1,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,84	8	0,10	22,88	<0,0001
BLOQUE	0,03	3	0,01	2,11	0,1420
TRATAMIENTO	0,81	5	0,16	35,34	<0,0001
Error	0,07	15	4,6E-03		
Total	0,91	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11257

Error: 0,0046 gl: 15

BLOQUE	Medias	n	E.E.
2	4,09	6	0,03 A
4	4,03	6	0,03 A
3	4,01	6	0,03 A
1	4,01	6	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15542

Error: 0,0046 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
N, Mg (63-33 Kg)	4,16	4	0,03 A
N, Mg (94-66 Kg)	4,14	4	0,03 A
N, Mg (47-17 Kg)	4,10	4	0,03 A
N, Mg (78-50 Kg)	4,09	4	0,03 A
N, Mg (109-83 Kg)	4,09	4	0,03 A
TESTIGO	3,63	4	0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

SEMANA 4

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SEMANA	4	24	0,96	0,93 1,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,66	8	0,21	41,12	<0,0001
BLOQUE	0,01	3	3,6E-03	0,72	0,5569
TRATAMIENTO	1,65	5	0,33	65,37	<0,0001
Error	0,08	15	0,01		
Total	1,74	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11834

Error: 0,0051 gl: 15

BLOQUE	Medias	n	E.E.
3	4,03	6	0,03 A
4	3,99	6	0,03 A
1	3,99	6	0,03 A
2	3,97	6	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16338

Error: 0,0051 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
N, Mg (109-83 Kg)	4,29	4	0,04 A
N, Mg (94-66 Kg)	4,13	4	0,04 A B
N, Mg (63-33 Kg)	4,12	4	0,04 B
N, Mg (78-50 Kg)	4,00	4	0,04 B
N, Mg (47-17 Kg)	3,98	4	0,04 B
TESTIGO	3,46	4	0,04 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Niveles de clorofila SPAD

Análisis de la varianza

SEMANA 1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SEMANA 1	24	0,82	0,73	7,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9,82	8	1,23	8,61	0,0002
BLOQUE	2,82	3	0,94	6,60	0,0046
TRATAMIENTO	7,00	5	1,40	9,82	0,0003
Error	2,14	15	0,14		
Total	11,96	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,62820

Error: 0,1425 gl: 15

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	5,56	6	0,15	A
2	5,49	6	0,15	A
4	5,23	6	0,15	A B
1	4,69	6	0,15	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,86730

Error: 0,1425 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
N, Mg (109-83 Kg)	6,16	4	0,19	A
N, Mg (63-33 Kg)	5,57	4	0,19	A B
N, Mg (94-66 Kg)	5,24	4	0,19	B C
N, Mg (78-50 Kg)	5,16	4	0,19	B C
N, Mg (47-17 Kg)	4,92	4	0,19	B C
TESTIGO	4,41	4	0,19	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

SEMANA 2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SEMANA 2	24	0,76	0,63	9,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15,31	8	1,91	5,97	0,0015
BLOQUE	0,83	3	0,28	0,87	0,4793
TRATAMIENTO	14,47	5	2,89	9,03	0,0004
Error	4,81	15	0,32		
Total	20,11	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,94189

Error: 0,3204 gl: 15

BLOQUE	Medias	n	E.E.
3	6,37	6	0,23 A
2	6,24	6	0,23 A
4	6,15	6	0,23 A
1	5,86	6	0,23 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,30039

Error: 0,3204 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
N, Mg (109-83 Kg)	7,83	4	0,28 A
TESTIGO	6,13	4	0,28 B
N, Mg (94-66 Kg)	5,92	4	0,28 B
N, Mg (78-50 Kg)	5,83	4	0,28 B
N, Mg (63-33 Kg)	5,77	4	0,28 B
N, Mg (47-17 Kg)	5,45	4	0,28 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

SEMANA 3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SEMANA 3	24	0,56	0,32	6,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,51	8	0,31	2,36	0,0727
BLOQUE	0,43	3	0,14	1,07	0,3905
TRATAMIENTO	2,08	5	0,42	3,13	0,0395
Error	2,00	15	0,13		
Total	4,50	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,60704

Error: 0,1331 gl: 15

BLOQUE	Medias	n	E.E.
3	5,91	6	0,15 A
1	5,89	6	0,15 A
4	5,64	6	0,15 A
2	5,62	6	0,15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,83809

Error: 0,1331 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
N, Mg (109-83 Kg)	6,06	4	0,18 A
N, Mg (63-33 Kg)	5,91	4	0,18 A B
N, Mg (94-66 Kg)	5,90	4	0,18 A B
N, Mg (78-50 Kg)	5,89	4	0,18 A B
N, Mg (47-17 Kg)	5,66	4	0,18 A B
TESTIGO	5,16	4	0,18 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

SEMANA 4

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SEMANA 4	24	0,59	0,38	18,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21,88	8	2,74	2,75	0,0436
BLOQUE	9,42	3	3,14	3,15	0,0559
TRATAMIENTO	12,47	5	2,49	2,51	0,0770
Error	14,93	15	1,00		
Total	36,81	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,65995

Error: 0,9951 gl: 15

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
4	6,35	6	0,41	A
1	5,55	6	0,41	A B
2	5,13	6	0,41	A B
3	4,64	6	0,41	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,29176

Error: 0,9951 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
N, Mg (109-83 Kg)	6,91	4	0,50	A
N, Mg (94-66 Kg)	5,52	4	0,50	A
N, Mg (78-50 Kg)	5,42	4	0,50	A
N, Mg (63-33 Kg)	4,96	4	0,50	A
TESTIGO	4,93	4	0,50	A
N, Mg (47-17 Kg)	4,77	4	0,50	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Longitud de mazorca

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONGITUD DE MAZORCA	24	0,93	0,89	2,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	26,49	8	3,31	24,94	<0,0001
BLOQUE	0,38	3	0,13	0,95	0,4416
TRATAMIENTO	26,11	5	5,22	39,33	<0,0001
Error	1,99	15	0,13		
Total	28,48	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,60634

Error: 0,1328 gl: 15

BLOQUE	Medias	n	E.E.
1	15,83	6	0,15 A
4	15,67	6	0,15 A
3	15,57	6	0,15 A
2	15,50	6	0,15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,83713

Error: 0,1328 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
N, Mg (94-66 Kg)	17,00	4	0,18 A
N, Mg (109-83 Kg)	16,75	4	0,18 A B
N, Mg (78-50 Kg)	16,00	4	0,18 B C
N, Mg (63-33 Kg)	15,25	4	0,18 C D
N, Mg (47-17 Kg)	14,75	4	0,18 D E
TESTIGO	14,10	4	0,18 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Rendimiento por hectárea

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDIMIENTO	24	0,99	0,99	2,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	56573899,83	8	7071737,48	326,20	<0,0001
BLOQUE	19647,00	3	6549,00	0,30	0,8234
TRATAMIENTO	56554252,83	5	11310850,57	521,74	<0,0001
Error	325187,50	15	21679,17		
Total	56899087,33	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=245,00618

Error: 21679,1667 gl: 15

BLOQUE	Medias	n	E.E.
3	6989,33	6	60,11 A
2	6989,17	6	60,11 A
4	6965,67	6	60,11 A
1	6919,17	6	60,11 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=338,26086

Error: 21679,1667 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
N, Mg (109-83 Kg)	9360,25	4	73,62 A
N, Mg (94-66 Kg)	8120,00	4	73,62 B
N, Mg (78-50 Kg)	7370,25	4	73,62 C
N, Mg (63-33 Kg)	6652,00	4	73,62 D
N, Mg (47-17 Kg)	5454,00	4	73,62 E
TESTIGO	4838,50	4	73,62 F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

DEFICIENCIA DE NITROGENO

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DEFICIENCIA AGRONOMICA	24	0,86	0,78	90,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	37508,31	8	4688,54	11,48	<0,0001
BLOQUE	16813,93	3	5604,64	13,73	0,0001
TRATAMIENTO	20694,38	5	4138,88	10,14	0,0002
Error	6123,60	15	408,24		
Total	43631,90	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=33,62121

Error: 408,2397 gl: 15

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
4	68,19	6	8,25	A
3	7,98	6	8,25	B
2	7,10	6	8,25	B
1	6,17	6	8,25	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=46,41818

Error: 408,2397 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
N,Mg (109-83 Kg)	46,83	4	10,10	A
N,Mg (94-66 Kg)	41,02	4	10,10	A B
N,Mg (78-50 Kg)	40,08	4	10,10	A B
N,Mg (63-33 Kg)	39,68	4	10,10	A B
TESTIGO	0,00	4	10,10	B C
N,Mg (47-17 Kg)	-33,44	4	10,10	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

DEFICIENCIA DE MAGNESIO

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DEFICIENCIA DE MAGNESIO	24	0,99	0,98	6,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	24761,12	8	3095,14	138,00	<0,0001
BLOQUE	160,32	3	53,44	2,38	0,1102
TRATAMIENTO	24600,79	5	4920,16	219,36	<0,0001
Error	336,44	15	22,43		
Total	25097,55	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,88065

Error: 22,4291 gl: 15

BLOQUE	Medias	n	E.E.
3	72,12	6	1,93 A
4	68,19	6	1,93 A
2	67,58	6	1,93 A
1	64,88	6	1,93 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,88019

Error: 22,4291 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
N,Mg (63-33 Kg)	90,70	4	2,37 A
N,Mg (109-83 Kg)	90,43	4	2,37 A
N,Mg (78-50 Kg)	84,40	4	2,37 A
N,Mg (94-66 Kg)	82,06	4	2,37 A
N,Mg (47-17 Kg)	61,57	4	2,37 B
TESTIGO	0,00	4	2,37 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cronograma

Tabla 15. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	2023			
	I Enero	II febrero	III marzo	IV Abril
Muestreo de suelo	X			
Preparación del terreno	X			
Siembra	X			
Control de maleza pre-emergente	X			
Primera aplicación de N-Mg	X			
Control de maleza post-emergente	X			
Control de fitosanitario		X		
Segunda aplicación de N-Mg		X		
Primera toma de muestra con la tabla Leat Color Chart		X		
Primera toma de muestra con el medidor SPAD-502		X		
Segunda toma de muestra con la tabla Leat Color Chart		X		
Segunda toma de muestra con el medidor SPAD-502		X		
Control de maleza		X		
tercera aplicación de N-Mg		X		
Tercera toma de muestra con la tabla Leat Color Chart		X		
Tercera toma de muestra con el medidor SPAD-502		X		
Control fitosanitario		X		
Cuarta toma de muestra con la tabla Leat Color Chart		X		
Tercera toma de muestra con el medidor SPAD-502		X		
Días de floración			X	
Toma de variables 1			X	
Toma de variables 2			X	
Informa final				X

ANEXOS



Figura 1. Preparación del terreno



Figura 2. Estaquillado



Figura 3. Siembra



Figura 4. Siembra



Figura 5. Programa de fertilización



Figura 6. Fertilización del cultivo 1



Figura 7. Programa de fertilización



Figura 8. Fertilización del cultivo 2



Figura 9. Programa de fertilización



Figura 10. Fertilización del cultivo 3



Figura 11. Control de malezas 1



Figura 12. Control de malezas 2



Figura 13. Control de plagas 1



Figura 14. Control de plagas 2



Figura 15. Evaluación altura de planta



Figura 16. Evaluación altura de inserción



Figura 17. Longitud de mazorca



Figura 18. Mazorcas de ensayo



Figura 19. Rendimiento por tratamientos



Figura 20. Peso grano tratamientos