



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA,**  
**PESCA Y VETERINARIA**  
**CARRERA DE AGRONOMIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA**

“Eficiencia agronómica del sulfato de magnesio para la emisión foliar del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la Parroquia Isla de Bejucal, cantón Baba”

**AUTOR**

Eduardo Rafael Ramos Vera

**TUTOR**

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Mg.Sc.

**BABAHOYO - LOS RÍOS- ECUADOR**

2023

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN.....	vi
SUMMARY .....	vii
CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN .....	1
1.1    Contextualización de la situación problemática.....	1
1.1.1. Contexto Internacional .....	1
1.1.2. Contexto Nacional .....	1
1.1.3. Contexto Local .....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación .....	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. General .....	4
1.4.2. Específicos .....	4
1.5. Hipótesis .....	4
CAPITULO II.- MARCO TEÒRICO .....	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.2. Bases teóricas.....	5
2.2.1. importancia del cultivo de maíz .....	5
2.2.2. Taxonomía.....	6
2.2.3. Descripción botánica de la planta de maíz .....	6
2.2.4. Precipitación.....	7
2.2.5. Clima .....	7
2.2.6. Suelo .....	8
2.2.7. Potencial Hidrógeno ( <i>pH</i> ).....	8
2.2.8. Fases vegetativas.....	8
2.2.9. Fases reproductivas.....	9
2.2.10. Fertilización en el cultivo .....	10
2.2.11. Función del nitrógeno en las plantas .....	10
2.2.12. Importancia del Magnesio en el suelo .....	11
2.2.13. Importancia del magnesio para las plantas .....	11
2.2.14. Síntomas de deficiencia de magnesio.....	13
2.2.15. Deficiencia de magnesio en Maíz .....	14

2.2.16. Escala .....	14
CAPITULO III.- METODOLOGÌA .....	16
3.1. Tipo de investigación – Línea de investigación .....	16
3.1.1. Tipo de investigación .....	16
3.1.2. Líneas de investigación .....	16
3.1.3 Diseño de investigación .....	16
3.2. Operacionalización de variables .....	16
3.3 Población y muestra de la investigación.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de medición.....	17
3.4.1. Materiales de siembra.....	17
3.4.2. Métodos .....	17
3.4.3. Manejo del ensayo .....	18
3.4.4. Datos a evaluar .....	21
3.5. Procesamiento de datos .....	23
3.8 Aspectos éticos .....	23
CAPITULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÒN .....	25
4.1. Resultados.....	25
4.1.1. Altura de planta.....	25
4.1.2. Emisión foliar .....	26
4.1.3. Área foliar efectiva.....	27
4.1.4. Altura de inserción de la mazorca .....	28
4.1.5. Días de floración .....	29
4.1.6. Niveles de clorofila escala IPNI .....	30
4.1.7. Niveles de clorofila SPAD.....	31
4.1.8. Longitud de la mazorca.....	33
4.1.9. Rendimiento por hectárea .....	34
4.1.10. Eficiencia agronómica.....	35
4.1.11. Análisis económico.....	36
4.2. Discusión.....	39
CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
5.1. CONCLUSIONES .....	41
5.2. RECOMENDACIONES .....	42
REFERENCIAS .....	43
ANEXOS.....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Tratamientos del ensayo, eficiencia agronómica del magnesio para la emisión foliar del cultivo de maíz. Baba 2023.....	18
<b>Tabla 2.</b> Análisis de la varianza .....	19
<b>Tabla 3.</b> Operacionalización de Variables. 2023. ... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
<b>Tabla 4.</b> Altura de planta con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023. ....	25
<b>Tabla 5.</b> Emisión foliar con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023. ....	27
<b>Tabla 6.</b> Área foliar efectiva con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023. ....	28
<b>Tabla 7.</b> Inserción de mazorca con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023. ....	29
<b>Tabla 8.</b> Días de floración con la aplicación de sulfato de magnesio Tabla 4. Días de floración con la aplicación de sulfato de magnesio en maíz. Baba, 2023. ....	30
<b>Tabla 9.</b> Niveles de clorofila escala IPNI con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023. ....	31
<b>Tabla 10.</b> Niveles de clorofila SPAD con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023. ....	32
<b>Tabla 11.</b> Longitud de mazorca con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023. ....	33
<b>Tabla 12.</b> Rendimiento por hectárea con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023. ....	34
<b>Tabla 13.</b> Eficiencia agronómica con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023. ....	35
<b>Tabla 14.</b> Costos fijos con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023. ....	37
<b>Tabla 15.</b> Análisis económico con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023. ....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Niveles de clorofila evaluado por semana en el cultivo de maíz, Baba 2023.....	33
<b>Figura 2.</b> Limpieza del terreno.....	49
<b>Figura 3.</b> Siembra de unidad experimental.....	49
<b>Figura 4.</b> Aplicación de sulfato de magnesio.....	50
<b>Figura 5.</b> Emisión foliar después de fertilización.....	50
<b>Figura 6.</b> Toma de niveles de clorofila escala IPNI.....	51
<b>Figura 7.</b> Cultivo de maíz.....	51
<b>Figura 8.</b> Toma niveles de clorofila SPAD.....	52
<b>Figura 9.</b> Longitud de hoja.....	52

## RESUMEN

El maíz es un cultivo muy importante para la alimentación de las personas y animales por ende su demanda va en continuo crecimiento por lo que se busca nutrir a la planta de manera correcta y oportuna. El magnesio es un macronutriente relacionado directamente con la clorofila ya que es el centro de esta molécula que atribuye el verdor de las plantas provocando reacciones fotosintéticas de la misma. por lo cual la presente investigación propone como objetivo evaluar la eficiencia agronómica del sulfato de magnesio para la emisión foliar del cultivo de maíz (*Zea mays*) en la zona de la Isla de Bejucal, la misma que se realizó en los predios del sr. Emilio García Villegas, ubicado en la parroquia Isla de Bejucal cantón Baba, las coordenadas geográficas donde se ubicará el ensayo en UTM son X: 9813736; Y: 650768 cuya zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura promedio de 24 a 26° con humedad relativa de 78%, precipitación promedio anual de 1796,2 mm, con altura de 11 msnm y 884,7 horas de heliofanía de promedio anual. En base a los resultados se encontró efectos significativos en algunas variables agronómicas de los tratamientos de sulfato de magnesio. El resultado de la aplicación de sulfato de magnesio tuvo como respuesta mayor altura e índice foliar a comparación del testigo. En lo concerniente a días de floración no se reportó significancia estadística entre los tratamientos. La mayor concentración de clorofila los tuvo los tratamientos con aplicación de sulfato de magnesio a 30 kg/ha y 40 kg/ha. El mayor rendimiento de grano se obtuvo en el tratamiento de sulfato de magnesio en dosis de 30 kg/ha.

**Palabras claves:** maíz, emisión foliar, magnesio, fertilización.

## SUMMARY

Corn is a very important crop for feeding people and animals, therefore its demand is continuously growing, so it is sought to nourish the plant in a correct and timely manner. Magnesium is a macronutrient directly related to chlorophyll since it is the center of This molecule that attributes the greenness of the plants causing photosynthetic reactions of the same. Therefore, the present investigation proposes as objective to evaluate the agronomic efficiency of magnesium sulfate for the foliar emission of the corn crop (*Zea mays*) in the area of the Isla of Bejucal, the same that was carried out in the properties of Mr. Emilio García Villegas, located in the Isla de Bejucal parish, Baba canton, the geographical coordinates where the essay will be located in UTM are X: 9813736; Y: 650768 whose area has a humid tropical climate, with an average temperature of 24 to 26° with relative humidity of 78%, average annual precipitation of 1796,2 mm, with a height of 11 meters above sea level and 884,7 hours of annual average sunshine. Based on the results, significant effects were found in some agronomic variables of the magnesium sulfate treatments. The result of the application of magnesium sulfate had a higher response height and leaf index compared to the control. Regarding days of flowering, no statistical significance was reported between the treatments. The highest concentration of chlorophyll was found in the treatments with the application of magnesium sulfate at 30 kg/ha and 40 kg/ha. The highest grain yield was obtained in the magnesium sulfate treatment at a dose of 30 kg/ha.

**Keywords:** corn, foliar emission, magnesium, fertilization.

# **CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Contextualización de la situación problemática**

### **1.1.1. Contexto Internacional**

El maíz (*Zea mays L.*) es uno de los cereales más estudiado actualmente a nivel mundial, ya que es uno de los productos con mayor demanda en los mercados, puesto que el maíz es originario desde hace 1000 años ha tenido una evolución significativa con las diferentes variedades e híbridos que existen en el mercado actualmente. El maíz aporta nutrientes esenciales para la alimentación del ser humano y de los animales ya que con este se puede elaborar muchos productos como bebidas, harinas, caramelos, gelatinas y balaceados para el sector pecuario.

### **1.1.2. Contexto Nacional**

Para el año 2020, la superficie cosechada de maíz en Ecuador en las diferentes zonas fue de 355 913 hectáreas, alcanzando una producción de 1 358 626 toneladas métricas. La provincia de Los Ríos abarcó el 47% de la producción nacional, seguido de Manabí con el 21% y Guayas con el 18% (CFN 2021).

La fertilización es un constituyente definitivo en los cultivos ya que fundan los siguientes objetivos financieros; Disminución de costos, Ampliación del beneficio por unidad de superficie y por unidad de fertilizante empleado. Las consecuencias en el cultivo por medio de conexión con objetivos económicos establecen principios en lo concerniente a dosis, tipos de fertilizantes y su manera de distribución acorde con las circunstancias innegables agrarias.

El magnesio (Mg) está involucrado directamente en la reacción fotosintética y el metabolismo glucídico en la planta, además activa enzimas que intervienen en la síntesis de los ácidos nucleicos; por tanto, es factible suponer su injerencia en el verdor de las hojas. Particularmente, el manejo correcto del magnesio puede



resultar más barato que la adición de productos basados en hormonas vegetales para mantener el verdor de las hojas (Reyes *et al.*, 2017).

### **1.1.3. Contexto Local**

El cultivo de maíz se ve afectado por los problemas de fertilización muchas veces que no suplen el requerimiento del mismo, por lo que se obtiene plantas menos vigorosas y poco productivas ocasionando que el mismo cultivo no sea rentable. Esta misma fertilización muchas veces está relacionada a un plan ancestral de nutrición que acarrea el agricultor, además se usan los mismos fertilizantes que sin duda alguna son muy necesarios, sin embargo, minimizan la importancia de los demás nutrientes que son esenciales para su ciclo de vida por ese motivo no se los aplica en el campo.

El manejo correcto de fertilización es la clave para alcanzar rendimientos positivos como sabemos todos los nutrientes cumplen una función importante en el funcionamiento y metabolismo de la planta. El Mg es un elemento primordial activador de reacciones fotosintéticas ya que es el centro de la molécula de clorofila, estimula enzimas que participan en la síntesis de los ácidos nucleicos por ende su intervención en el verdor de las hojas y es por ello, se busca que su aplicación sea la correcta, de esta manera lograr buenos resultados en rendimiento y producción.

## **1.2. Planteamiento del problema**

El magnesio en el ciclo de vida del cultivo es imprescindible ya que juega el papel importante en la molécula de la clorofila la cual es responsable de la pigmentación de la planta y el proceso sustancial fotosintético y la fijación del CO<sub>2</sub> como coenzima.

Una inadecuada fertilización en los cultivos de maíz hace que su rendimiento se vea en declive por lo que se desea implementar nuevas técnicas que optimice su producción, esta misma fertilización muchas veces está relacionada a un plan ancestral de nutrición que acarrea el agricultor, además se

usan los mismos fertilizantes como es N P K que sin duda alguna son muy necesarios sin embargo, minimizan la importancia de los demás nutrientes que son esenciales para su ciclo de vida por ese motivo no se los aplica en el campo.

Como resultado diversas funciones fisiológicas en los cultivos se encuentran severamente influenciadas por la escasez de nutrientes ocasionando que su crecimiento se disminuya al igual que su rendimiento.

### **1.3. Justificación**

El cultivo de maíz es uno de los cereales de mayor demanda a nivel nacional, ya que por medio del maíz como materia prima obtenemos muchos subproductos que son fuente alimenticia de animales y personas. Además, que este cultivo genera considerables ingresos a los pequeños, medianos y grandes agricultores. por ende, mueve de gran manera la actividad económica del país, proporcionando fuentes de empleos directos e indirectos a muchas personas.

En Ecuador uno de los principales problemas en los cultivos es deficiencia de nutrientes o una mala fertilización, en muchos casos los agricultores utilizan programas de fertilización empíricos, que no suplen el requerimiento de cada cultivo. Por lo tanto, existe disminución en el rendimiento. el magnesio es un elemento vital para la planta, siendo uno de los macroelementos relacionado con la pigmentación ya que es el centro de la molécula de la clorofila.

En efecto muchas reacciones y procesos fisiológicos son influenciados por este elemento, el Mg actúa distintas reacciones enzimáticas, una de las enzimas que podemos resaltar es la ribulosa 1, 5- Bifosfato la cual es la fuente del proceso fotosintético. se deduce que si el suministro de Mg es el correcto aumentaría su crecimiento y rendimiento en el cultivo.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. General**

Evaluar la eficiencia agronómica del sulfato de magnesio en la emisión foliar del cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la Parroquia Isla de Bejucal, cantón Baba.

### **1.4.2. Específicos**

1. Determinar el efecto del sulfato de magnesio sobre la emisión foliar.
2. Identificar las concentraciones de clorofila a través de tablas de valoración.
3. Realizar un análisis económico del cultivo en función de costos.

## **1.5. Hipótesis**

$H_0$  = La aplicación del sulfato de magnesio no afectará la emisión foliar en las plantas de maíz.

$H_i$  = La aplicación del sulfato de magnesio afectará la emisión foliar en las plantas de maíz.

## **CAPITULO II.- MARCO TEÒRICO**

### **2.1. Antecedentes**

El maíz, uno de los principales cereales básicos que alimentan a la humanidad, tuvo su origen y diversificación inicial en las montañas y valles de México, por medio de la intervención de los antiguos pobladores de este territorio en un desarrollo coevolutivo que encaminó a la formación de una de las plantas sembradas de mayor diversidad genética, cuya fortuna aún se conserva en este país, principalmente por los productores del medio rural (Castillo 2009)

El mismo autor indica que el cultivo de este cereal no solo estableció los principios de las civilizaciones que prosperaron en el Nuevo Mundo, y en el presente constituye la base para una agricultura diversificada en el entorno de una economía universal, sin embargo, derivado de los cuantiosos productos y aplicaciones que de él se obtienen lo instalan en un punto de vista de gran valor económico y como resultado de sostenimiento económico, social, crecimiento comercial y progreso tecnológico para las futuras generaciones del planeta.

### **2.2. Bases teóricas**

#### **2.2.1. importancia del cultivo de maíz**

La gran importancia cultural del maíz, mostrada por los pueblos nativos, así como el valor social y económico que simboliza, añadida a la dinámica que produce este cultivo especialmente establecido en su cadena productiva, hace que el gobierno actual lo haya considerado como uno de los puntos de principal atención en el sector agrícola, intercediendo en su producción y comercialización, con el fin de resguardar la demanda local de maíz amarillo que es esencial para solventar la escasez de producción en la cadena productiva y de este modo inquirir la soberanía alimentaria (Baca 2016)

El maíz es el rubro de mayor importancia dentro de la canasta alimenticia básica de la población salvadoreña. Según FAO, el consumo per cápita por año es alrededor de 80.51 kilogramos en el área urbana y 127 kilogramos en el área

rural, siendo de los mayores consumos del área centroamericana, pues el 95% de la producción lo utiliza para consumo humano (Deras 2020)

### 2.2.2. Taxonomía

A continuación, se detalla la clasificación taxonómica del maíz:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Maydeae

Género: Zea

Especie: mays (Valladares 2010)

### 2.2.3. Descripción botánica de la planta de maíz

**Raíz:** Las raíces son fasciculadas y robustas y su objetivo es, además de contribuir alimento a la planta, ser un óptimo anclaje de la planta que se refuerza con la disposición de raíces adventicias (Ortigoza *et al.* 2019).

**Tallo:** Es una caña rígida, cilíndrica, un poco apretado en su parte superior, a su vez contiene nudos muy marcados que lo dividen en trechos. En la parte interna posee un elemento blanco, poroso, húmedo y compuesto de conductos muy finos, que contienen un líquido acuoso y dulce (Fassio 1998).

**Hoja:** Este cereal tiene la hoja similar a la de otras gramíneas; está compuesta de vaina, cuello y lámina. La vaina es una estructura cilíndrica, abierta hasta la base, que sale de la parte superior del nudo. El cuello es la zona de transición entre la vaina envolvente y la lámina abierta. La lámina es una franja angosta y delgada hasta de 1,5 m. de largo por 10 cm. de ancho, que finaliza en un ápice muy agudo (Ortigoza *et al.* 2019).

Una vez nacido el maíz, aparece una nueva hoja cada tres días si las condiciones son normales. A los 15-20 días siguientes a la nascencia, la planta debe tener ya cinco o seis hojas, y en las primeras 4-5 semanas la planta deberá tener formadas todas sus hojas (Abcagro 2023).

En maíz una vez emitida la hoja cotiledonar, se presenta, desplegándose rápidamente la primera hoja verdadera. La hoja cotiledonar, junto a las primeras cuatro hojas verdaderas, corresponden a hojas embrionarias que nacen en los subnodos tres, cuatro, cinco, seis y siete, respectivamente.

**Inflorescencia:** El maíz es una planta monoica, tiene flores masculinas y flores femeninas separadas, pero en la misma planta. Esta planta muestra inflorescencia femenina la cual se desarrolla en una mazorca rodeada por hojas que la envuelven; esta es la parte de la planta que acumula reservas La parte superior de la planta concluye en una inflorescencia masculina o panoja; esta presenta una espiga central prominente y varias ramificaciones laterales con flores masculinas, todas las que originan abundantes granos de polen (Paliwal 2001).

**Mazorca:** El maíz la espiga es compacta y está resguardada por las hojas convertidas, que en la mayoría de los casos la cubren por completo. El grano posee una estructura puede encerrar de 300 a 1000 granos según el número de hileras, el diámetro y longitud de la mazorca. El peso del grano puede variar, de alrededor de 19 a 30 g por cada 100 granos (Ortigoza *et al.* 2019)

#### **2.2.4. Precipitación**

El maíz requiere al menos de 500 a 700 mm de precipitación bien repartida durante el ciclo del cultivo. El maíz es poco tolerable también al aniego o encharcamiento; es decir, a los suelos saturados y sobresaturados (Deras 2020).

#### **2.2.5. Clima**

Las importantes regiones de producción de maíz en las zonas tropicales se determinan como ambientes de tierras bajas, de media altitud y de tierras altas. Si

bien esta categorización se basa en la altitud, el factor abiótico que las distingue es la temperatura. El maíz de tierras altas se expresa por crecer y desarrollarse a temperaturas más bajas que los cultivares acondicionados a las tierras bajas o de media altitud. La temperatura óptima para el desarrollo del maíz en las tierras bajas y de media altitud está entre 30° y 34°C, y se considera que para los maíces tropicales de tierras altas está alrededor de 21°C (Yzarra *et al.* 2010)

El maíz es una planta C4 Con una alta tasa de actividad fotosintética, demanda alta luminosidad para ayudar su crecimiento y desarrollo. El período vegetativo del maíz se desarrolla bien entre 20 y 29 °C. En climas húmedos, su rendimiento es más bajo. El maíz llega a tolerar temperaturas mínimas de hasta 8 °C (Arcos *et al.* 2020)

#### **2.2.6. Suelo**

El maíz es una planta de gran aumento radicular, por ende, requiere suelos planos y profundos, de textura franca a franco-arcillosa, de buen drenaje y que puedan reservar suficientes nutrientes y humedad. En suelos "pesados" (arcillosos) el excedente de humedad por una etapa prolongada afecta en manera negativa el rendimiento del maizal. Suelos muy arenosos existen peligros más frecuentes por la ausencia de retención de humedad. De igual modo pendientes de suelo sobre un 2° establecen insuficiencia para el riego, debiendo efectuarse la siembra en curvas de nivel para evitar erosión (Lagos 1982)

#### **2.2.7. Potencial Hidrógeno (pH)**

El maíz crece habitualmente entre pH 5 y 7, y en las regiones áridas el pH oscila entre 6,5 y 9. En el caso del boro que contiene el río Loa, en el sector de Yalquincha se observa valor promedio de 17,7 mg L<sup>-1</sup> y aumenta según la cercanía a la desembocadura del río en el Pacífico, alcanzando valores de hasta 39,51 mg L<sup>-1</sup> (Ortiz 2021)

#### **2.2.8. Fases vegetativas**

La planta de maíz presenta ciertas características morfológicas de desarrollo tales como (Toledo 2018):

VE - Emergencia. El coleóptilo alcanza la superficie del suelo y se establece la plántula.

V1 - Collar de 1era hoja. La hoja inferior (corta con punta redondeada) está completamente desplegada, con collar y lígula visible.

V3 - Collar de 3er hoja. Tres hojas completamente desplegadas. El punto de crecimiento se mantiene por debajo de la superficie del suelo.

V5 - Collar de 5ta hoja. Cinco hojas completamente desplegadas. El punto de crecimiento se acerca a la superficie del suelo.

V6 - Collar de 6ta hoja: Seis hojas completamente desarrolladas. El ápice de crecimiento está por encima de la superficie del suelo.

V7 - Collar de 7ma hoja. Siete hojas completamente desplegadas.

V10 - Collar de 10ma hoja. Diez hojas completamente desarrolladas.

Vn - Collar de "n" hojas. "n" ésima hoja completamente desplegada, con collar y lígula visible.

VT - Antesis. Aparición de la panoja con liberación de polen.

### **2.2.9. Fases reproductivas**

Las etapas reproductivas se caracterizan por la emergencia de granos en desarrollo en la mazorca, excepto por la primera etapa reproductiva (R1), que se identifica únicamente por las etapas reproductivas, hay seis etapas reproductivas. Dentro del desarrollo de la planta también se presentan cambios en la reproducción como indica Pioneer (2014):

R1 Aparición de los estigmas,

R2 Blíster,

R3 Grano lechoso,

R4 Grano pastoso,

R5 Grano dentado,

R6 Grano maduro emergencia de estigmas de las chalas.

En maíz una vez emitida la hoja cotiledonar, se presenta, desplegándose rápidamente la primera hoja verdadera. La hoja cotiledonar, junto a las primeras cuatro hojas verdaderas, corresponden a hojas embrionarias que nacen en los subnudos tres, cuatro, cinco, seis y siete, respectivamente.



### **2.2.10. Fertilización en el cultivo**

Las plantas son organismos autótrofos que utilizan la energía solar (fotoautótrofos) para sintetizar sus componentes a partir de dióxido de carbono, agua y elementos minerales. El 90-95 % del peso seco de las plantas está constituido por C, H y O, que obtienen del CO<sub>2</sub> y del agua. El 5-10 % restante es muy diverso y constituye la fracción mineral (Pérez 2017).

El maíz es una de las plantas más competentes en la transformación de los elementos minerales del suelo en sustancias de reserva, en forma de carbohidratos, proteínas o aceites, en un lapso respectivamente menor. Como resultado, es muy severo en suelos que suministra a la planta agua, nutrientes y microorganismos y el ambiente aéreo le provee energía solar agua de lluvia y anhídrido carbónico (Agrobanco 2013).

### **2.2.11. Función del nitrógeno en las plantas.**

La mayoría de los compuestos presentes en las células vegetales contienen nitrógeno, tales como: aminoácidos, nucleósidos fosfatos, componentes de fosfolípidos, clorofila. Solamente el oxígeno, carbono, y el hidrógeno son elementos más abundantes en las plantas que el nitrógeno. La mayoría de los ecosistemas naturales y agrícolas, al ser fertilizados con nitrógeno inorgánico, muestran importantes incrementos en la productividad, poniendo en evidencia la importancia de este elemento (Pereyra 2001)

La falta de nitrógeno en el suelo disminuye el rendimiento de grano de maíz incluso en un 80 %, cuando hay abundancia de nitrógeno el crecimiento es excesivo, las plantas son frágiles y con tejidos tiernos, lo que las convierte más propensas a las plagas y enfermedades, acame y otros daños por viento, lluvia, granizo y baja o alta temperatura (Sagarpa 2015).

La ocupación del fósforo en el cultivo de maíz es que repercute en la formación de las raíces. Por ende, la aplicación del fósforo (DAP) se tiene que efectuar a la siembra o al momento de germinación de la semilla. El nitrógeno es responsable del crecimiento de la planta de maíz (Espinosa *et al.* 2019).

Así mismo los autores muestran que la sulfúrea se debe emplear de modo fraccionado aplicando el 50 % en la etapa V6 (20 a 25 dds), y el otro 50 % en la fase V12 (35 a 40 dds). La principal ocupación del potasio es el llenado de la mazorca en el maíz. El momento de aplicación depende de la textura del suelo, en suelos de textura franco arcilloso se puede mezclar con el DAP y aplicarlo a la siembra; en suelos de textura franco-arenosa mezclarlo con la sulfúrea y aplicar el 100% en la etapa V6 20 a 25 dds (Espinosa *et al.* 2019).

### **2.2.12. Importancia del Magnesio en el suelo**

El magnesio desempeña una significativa función en la conservación de la estructura del suelo. A la vez con otros cationes multivalentes, sobre todo el calcio, el magnesio crea puentes entre los minerales arcillosos con carga negativa. De esta manera, es favorable una estructura del suelo estable y grumosa que imposibilita la compactación. Esto posibilita la función del suelo de almacenar una gran cantidad de agua accesible para las plantas, las que pueden construir allí un buen entramado de raíces para aprovechar el agua y los nutrientes (ks-minerals-and-agriculture 2023).

El magnesio es un componente frecuente en muchos minerales y abarca el 2% de la corteza terrestre, no obstante, la mayor parte del Mg del suelo (90-98 %) se añade a la estructura cristalina de los minerales y, de modo que, no está directamente disponible para la absorción de las plantas. Las plantas absorben Mg de la solución del suelo que se restaura poco a poco con las reservas del suelo (Senbayram *et al.* 2015)

### **2.2.13. Importancia del magnesio para las plantas**

El Magnesio es un nutriente fundamental para las plantas. Es indispensable para una extensa gama de funciones en los vegetales, como la intervención en la síntesis de xantofilas y carotenos, activador de varias enzimas especialmente aquellas relacionadas en el metabolismo de carbohidratos y proteínas, favoreciendo a la mantención de una turgencia óptima de las células y contribuyendo en la formación de carbohidratos en la planta. Uno de los papeles más fundamental del Magnesio se localiza en el proceso de la fotosíntesis, ya que

es un constituyente básico de la clorofila, la molécula que proporciona a las plantas su color verde (Cakmak y Yazici 2010).

El magnesio está relacionado en muchos procesos fisiológicos y bioquímicos; es un elemento fundamental para el crecimiento y desarrollo de las plantas y juega un papel clave en los mecanismos de defensas de las plantas en condiciones de estrés abióticos. Un resultado temprano de deficiencia de Mg en las plantas es la partición alterada de los asimilados entre las raíces y los brotes porque el abastecimiento de productos fotosintéticos a los órganos sumideros se ve afectado y los azúcares se amontonan en las hojas fuente (Senbayram *et al.* 2015)

El Mg tiene varias funciones clave en las plantas, entre ellos podemos citar, 1) Fotofosforilación (Formación de ATP en los cloroplastos, adenosin Trifosfato, principal reserva de energía en las plantas), 2) Fijación de Bióxido de Carbono CO<sub>2</sub> durante la fotosíntesis, 3) Síntesis de proteínas, 4) Formación de clorofila, 5) Transporte del floema (savia elaborada), 6) Particionamiento y utilización de fotoasimilados y 7) Fotooxidación en las hojas (Intagri 2023).

Las plantas necesitan ciertos nutrientes que son fundamentales para su crecimiento pleno y el logro de rendimientos óptimos. Las consecuencias de la falta de estos nutrientes pueden variar desde crecimiento perjudicado y descoloración de las hojas hasta la pérdida de los cuerpos fructíferos. En todos los casos los rendimientos de las cosechas disminuyen, las plantas deben extraer magnesio (Mg) en cantidades adecuadas (López *et al.* 2021).

La dosificación de programas de fertilización edáfica con macroelementos en las diferentes etapas de crecimiento del cultivo de maíz, estimulan al cultivo a mejorar sus condiciones agronómicas lo cual repercute en una mejor producción. Todas las variables agronómicas presentaron significancia en especial, aquellas direccionadas a la formación de grano, los rendimientos obtenidos son relativamente superiores a los encontrados en otros ensayos. La tasa de eficiencia agronómica fue más alta en la dosis de 138-69-90 kg ha<sup>-1</sup> de N-P-K, este debido a una mayor cantidad de nutrientes colocados en el suelo (Colina *et al.* 2020).

Los resultados determinan que la aplicación de fertilizantes a base potasio más la aplicación de activadores fisiológicos fosfatados en diferentes dosis, elevan el rendimiento de granos en el cultivo de maíz de secano. Los rendimientos alcanzados para el híbrido DEKALB-7088 con la aplicación de Muriato de potasio con Fosfito de calcio en dosis de 1,0 L ha<sup>-1</sup> (9451,65 kg ha<sup>-1</sup>), superan considerablemente la producción de los demás tratamientos, sin embargo no se encontró respuesta con la aplicación de fosfito de magnesio (Lamilla *et al.* 2018).

La respuesta a la fertilización depende de la variedad, fertilidad del suelo, clima, manejo del agua y manejo de plagas. Un estudio de absorción es un buen punto de partida para estimar la cantidad de nutrientes que se debe reponer al campo para mantener la fertilidad. Dosis mayores a 20 kg/ha ocasionan pérdidas en el rendimiento. La ecuación generada es  $y = -0,006x^2 + 0,2168x + 5,9735$  (Moran *et al.* 2022).

Como fuente de silicio y magnesio se utilizó Silicato de magnesio - Magnesil (32 % Mg – 34 % Silicio), aplicado en 100 % en la preparación de suelo. Los resultados difieren con los encontrados por otros autores quienes obtuvieron respuestas con la aplicación de 10 kg/ha de Silicio + 20 kg/ha de Magnesio, logrando mayor rendimiento del grano, siendo este inferior al logrado en esta investigación, pero demuestra que el aumento de dosis genera cambios en la producción (Bajaña *et al.* 2022).

#### **2.2.14. Síntomas de deficiencia de magnesio**

El amarillamiento en forma de clorosis intervenal en las hojas viejas de la planta es notorio del estrés ocasionado por la deficiencia de Mg, en consecuencia, este elemento está ligado a reacciones fisiológicas y bioquímicas por el cual se alteran cuando existe deficiencia, afectando el crecimiento y rendimiento de la planta (Cakmak y Yazici 2010)

Las plantas deficientes de magnesio muestran retraso en el crecimiento, tallos delgados y largos, y mazorcas pequeñas con granos también pequeños. El Mg es móvil en la planta y en suelos con poca disponibilidad se desplaza

fácilmente de las hojas viejas a las más jóvenes. Los síntomas de deficiencia son más graves en las hojas viejas, donde se proyectan primero. Se presenta una clorosis intervenal amarillo claro en la zona media de las hojas viejas. La clorosis se traslada hacia la punta y la base de las hojas. Las hojas más jóvenes, generalmente, no se ven afectadas (Sharma y Kumar 2017).

#### **2.2.15. Deficiencia de magnesio en Maíz**

La típica deficiencia de magnesio en el maíz se reconoce por los aclaramientos en forma de hileras de perlas de la hoja de maíz en los limbos foliares normalmente verdes. Si la carencia de magnesio persiste, las hojas pierden cada vez más su color verde y se produce un amarilleamiento en los bordes de las hojas (ks-minerals-and-agriculture 2023).

Cuando presentan deficiencias más graves los síntomas suelen expresarse también en las hojas jóvenes, incluso induciendo necrosis. Particularmente en maíz, las hojas viejas muestran también un enrojecimiento o amarronamiento de los puntos de las hojas y márgenes. La clorosis intervenal puede ir también de amarillo a blanco. En las primeras etapas de la deficiencia, las hojas viejas se volverán color verde claro y desarrollarán una clorosis intervenal amarillo claro. Si la deficiencia se agrava, la clorosis intervenal evolucionará a una necrosis café. En caso de deficiencia muy grave, las hojas más viejas morirán y se verán colgadas hacia abajo (Sharma y Kumar 2017).

#### **2.2.16. Escala**

El LCC suele ser una tira de plástico en forma de regla que contiene cuatro o más paneles que van en color de verde amarillento a verde oscuro. Varios tipos de LCC con diferentes tonos de color han sido desarrollados y distribuidos a los productores de arroz. LCC estandarizado que sirve como una referencia en la calibración cruzada de valores de umbral entre LCC. En octubre de 2003, el Comité Externo El Panel de Revisión del Consorcio de Investigación de Arroz de Riego recomendó “estandarizar el LCC con fórmula de color armonizada acompañada de calibración con hoja de arroz (Witt et al. 2004)

Las valoraciones al principio de la floración del maíz (35 días después de la siembra) mostró un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0,79 en el maíz como en el pasto, por lo tanto, que al inicio del llenado del grano (60 días después de la siembra) fue del 0,92 en el maíz y 0,96 en los pastos mostrando una buena relación entre el N foliar y el índice de verdor del clorofilometro. En la dosis de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N, el contenido de clorofila fue superior significativamente con 51,6 unidades SPAD en las hojas del maíz; sin embargo, el rendimiento de grano de maíz fue similar entre 100 y 200 kg ha<sup>-1</sup> de N con un rendimiento de 5,2 t ha<sup>-1</sup> (Rincon y Ligarreto 2010)

## CAPITULO III.- METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo de investigación – Línea de investigación

#### 3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación se realizó es de campo, con estadística inferencial descriptiva.

#### 3.1.2. Líneas de investigación

**Dominio:** Recursos Agropecuarios, ambiente, biodiversidad y Biotecnología.

**Línea:** Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.

**Sublínea:** Agricultura sostenible y sustentable.

#### 3.1.3 Diseño de investigación

Para la realización de la investigación de campo se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar “DBCA” con 5 tratamientos en cuatro repeticiones. Para realizar la evaluación de los medios de los tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

### 3.2. Operacionalización de variables

**Tabla 1.** Operacionalización de Variables. 2023.

Tipo de Variable		Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de medición	Instrumentos de medición
Independiente	Dosis de fertilizante sulfato de magnesio	Aumento en las dosis de fertilizantes para la producción de pigmentos en las unidades experimentales	Determinación de niveles de clorofila en el cultivo de maíz Dosificación de sulfato de magnesio Valoración económica.	Dosis de productos Unidades experimentales Población de plantas Curva de crecimiento	Cuantitativo	Datos de cotejo  Tablas de referencias  Tablas de valoración  Análisis de datos

### **3.3 Población y muestra de la investigación**

El presente trabajo experimental se desarrolló en los predios del sr. Emilio García Villegas, ubicado en la parroquia Isla de Bejucal cantón Baba. Las coordenadas geográficas donde se ubicó el ensayo en UTM son X: 9813736; Y: 650768 cuya zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura promedio de 24 a 26° con humedad relativa de 78%, precipitación promedio anual de 1796,2 mm, con altura de 11 msnm y 884,7 horas de heliofanía de promedio anual (INAHMI 2022). Las dimensiones del terreno son de 440 m<sup>2</sup> teniendo 20 parcelas cada una con 16 m<sup>2</sup> con separación de 1 m entre parcelas y 2 m entre bloques, con una distancia de siembra 0,8 m entre hilera y 0,2 m entre planta por lo que se alcanza 100 plantas por parcela, con una germinación del 85 % lo que obtiene como resultado 1700 plantas.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de medición**

#### **3.4.1. Materiales de siembra**

Como material de siembra se utilizó semillas de maíz híbrido “Emblema Ultra” cuyas características son:

Días de Floración: 54 días;

Días de cosecha: 125 días;

Altura de planta (cm): 250-270;

Altura de mazorca (cm): 140-150;

Tipo de grano: semi cristalino / anaranjado rojizo;

Hileras de mazorca: 14-16;

Resistencia al acame: resistente;

Índice de desgrane: 84%;

Tolerancia a enfermedades foliares: moderadamente tolerante;

Tolerante a enfermedades de la mazorca: moderadamente tolerante.

#### **3.4.2. Métodos**

En la ejecución del trabajo se emplearon los métodos: Deductivo-Inductivo, Inductivo- Deductivo e Experimental.



### 3.4.3. Manejo del ensayo

#### 3.4.3.1 Factores a estudiar

VARIABLES DEPENDIENTES: Emisión foliar en plantas de maíz

VARIABLES INDEPENDIENTES: Dosis de fertilizante con sulfato de magnesio.

#### 3.4.3.2 Tratamiento de estudio o tipo de encuesta

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

**Tabla 2.** Tratamientos del ensayo, eficiencia agronómica del magnesio para la emisión foliar del cultivo de maíz. Baba 2023.

	<b>Tratamiento<sup>1</sup></b>	<b>Dosis kg/ha</b>	<b>Época de aplicación d.d.s<sup>2</sup></b>
T1	Testigo	0	0
T2	Sulfato de magnesio	10	5-20
T3	Sulfato de magnesio	20	5-20
T4	Sulfato de magnesio	30	5-20
T5	Sulfato de magnesio	40	5-20

1/ Como fuente de magnesio se utilizará el producto comercial sulfato de magnesio con concentración 25 % magnesio y 20% azufre.

2/ Días después de la siembra.

#### 3.4.3.3 Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló mediante el siguiente esquema:

**Tabla 3.** Análisis de la varianza

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamiento (t-1)	4
Repeticiones (r-1)	3
Error experimental (t-1) x (r-1)	12
Total (t x r -1)	19

#### **3.4.3.4 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.

#### **3.4.3.5. 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.

#### **3.4.3.6. 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.

#### **3.4.3.7. Control de malezas**

Las malezas se controlaron en preemergencia con el herbicida Pendimetalin en dosis de 2,5 l/ha, glifosato 1,5 l/ha y Atrazina de 1,0 kg/ha. De

manera posterior se realizarán controles de malezas manuales a los 35, 55 y 75 días después de la siembra, este fue dirigido entre las hileras de cultivo.

#### **3.4.3.8. Control fitosanitario**

El control de plagas se lo realizó a los 10 días después de la siembra, se aplicó Clorpirifos en dosis de 1,0 l/ha. Cuando el cultivo cumplió los 21 días se presentó el ataque de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) estas plagas fueron controladas con la aplicación de Spinetoram 0,1 l/ha + Imidacloprid 0,3 l/ha.

A los 35 días se realizó una aplicación de Lambda Cihalotrina 0,3 l/ha para el control de insectos emergentes. Una última aplicación se realizó a los 45 días con Emamectin benzoato 0,150 kg/ha para el control de gusano de la mazorca (*Helicoverpa zea*).

Las enfermedades se controlaron de manera preventiva curativa con la aplicación de Epoxiconazol + Pyraclostrobin 0,4 l/ha (Renaste) 35 días después de la siembra), y posteriormente se aplicó Carbendazin 0,4 l/ha (Carbenpac).

#### **3.4.3.9. Riego**

El cultivo se sembró en épocas de lluvias, por lo tanto, no fue necesario aplicaciones de riego. Cabe indicar que las precipitaciones de la zona fueron constantes y no afectaron el desarrollo del cultivo.

#### **3.4.3.10. Fertilización**

El programa de fertilización estuvo basado en el cuadro de tratamientos para el nutriente Magnesio. Para las dosis del resto de nutrientes se empleó una media de producción de 7 toneladas, para el efecto se aplicó: 250 kg urea, 50 kg DAP, 100 kg Muriato de potasio, fraccionando las dosis a partir de los 15, 25 y 35 días después de la siembra. Al momento de la siembra con un espeque a un costado de la semilla se colocará 5 g de fertilizante 8-20-20.

#### **3.4.4. Datos a evaluar**

##### **3.4.4.1. Altura de planta**

Se tomó la altura de planta con un flexómetro, se escogió 10 plantas al azar por cada tratamiento. Se chequeó desde la superficie del suelo hasta la base foliar de la última hoja emergida, por lo que se expresó en metros.

##### **3.4.4.2. Emisión foliar**

Esta variable se evaluó a partir de los 15 días de desarrollo del cultivo contabilizando el total de hojas emergidas a partir de dicha fecha. Para el efecto se contabilizó todas aquellas hojas que presenten el 50% de su hoja desenvainada con el fin de contabilizar el total de hojas antes de la floración.

##### **3.4.4.3. Área foliar efectiva**

Se midió el área foliar de todas las hojas de 10 plantas por parcelas, para ello se tomó lectura en el haz midiendo el largo y ancho el resultado se multiplica por el factor de 0.75.

##### **3.4.4.4. 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.

##### **3.4.4.5. 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.

##### **3.4.4.6. 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 hará en 2 hojas por cada tercio de la planta en 10 individuos al azar por cada tratamiento.

#### **3.4.4.7. 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, hasta la emisión de la inflorescencia.

#### **3.4.4.8. 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.

#### **3.4.4.9. Rendimiento por hectárea**

El rendimiento se midió en peso seco, pesando en una balanza individualmente cada una de las mazorcas obtenidas en cada parcela experimental. Posteriormente se registrará el dato en kilogramos por hectárea, para el efecto se empleó la fórmula<sup>1</sup>:

$$Ps = \frac{Pa(100 - ha)}{(100 - hd)}$$

Dónde:

Ps = Peso seco

Pa = Peso actual

hd = Humedad deseada

ha = Humedad actual

---

<sup>1</sup> Azcon-Bieto, J., Talón M. 2003. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. España. 625p.

#### **3.4.4.10 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<sup>2</sup>:

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

Dónde: EA = Eficiencia agronómica

R= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo con el nutriente

R<sub>0</sub>= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo sin el nutriente

D= Cantidad de la nutriente aplicada.

#### **3.4.4.11 Análisis económico**

Se evaluó los tratamientos según los costos de producción y se realizó un análisis de beneficio/costo.

### **3.5. Procesamiento de datos**

Debido a la naturaleza de investigación (experimental), los datos se obtuvieron por medio de tratamientos, en donde se evaluaron las variables a medir luego se transfirieron los datos al programa estadístico Infostat y Excel para procesarla y obtener la estadística.

### **3.8 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,

---

<sup>2</sup> Stewart, W 2007. Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes. Informaciones agronómicas. 9(10):1-6.

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 4 se muestran los promedios de altura de planta, el análisis de varianza alcanzó altas diferencias significativas; con un coeficiente de variación de 0,20 %.

El tratamiento sulfato de magnesio 40 Kg/ha presentó la mayor altura (258,47 cm) siendo estadísticamente superior y diferente a los demás tratamientos. El testigo presento el menor promedio (248,47 cm), junto con de sulfato de magnesio 10Kg/ha. siendo iguales estadísticamente.

**Tabla 1.** Altura de planta con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Altura de planta (cm)
Testigo	0	248,47 c
Sulfato de magnesio	10	249,07 c
Sulfato de magnesio	20	255,90 b
Sulfato de magnesio	30	257,03 b
Sulfato de magnesio	40	258,47 a
Promedio general		253,78
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		0,20

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) según prueba de Tukey.

\*\* : Altamente significativa.



#### **4.1.2. Emisión foliar**

En la tabla 5 se muestra los promedios de emisión foliar evaluados por semana, el análisis de varianza mostro alta significancia estadística.

A los 15 días después de la siembra los tratamientos sulfato de magnesio 20 kg/ha y sulfato de magnesio 30 kg/ha con (5,00) tuvieron el mayor promedio de emisión foliar, siendo estadísticamente igual a sulfato de magnesio 40 kg/ha; pero superior al resto de tratamientos. El menor promedio se encontró en el testigo que tuvo 4,17, con un coeficiente de variación de 3,39%.

En la evaluación a los 22 días después de la siembra los mayores promedios de emisión foliar se alcanzaron en el tratamiento sulfato de magnesio 30 kg/ha (7,67), el cual fue estadísticamente igual a los tratamientos sulfato de magnesio 20 kg/ha y sulfato de magnesio 40 kg/ha. El menor promedio se tuvo en el testigo con 5,67, y con un coeficiente de variación de 4,01%.

La evaluación a los 29 días después de la siembra encontró mayor promedio de emisión foliar aplicando sulfato de magnesio 30 kg/ha con 10,17 siendo estadísticamente igual a sulfato de magnesio 40 kg/ha, pero superior al resto de tratamientos. El menor promedio se reportó en el testigo que tuvo 7,50 con un coeficiente de variación de 4,63%.

La evaluación a los 36 días después de la siembra tuvo mayor promedio de emisión foliar aplicando sulfato de magnesio 30 kg/ha con 12,17, el cual fue estadísticamente igual a los tratamientos sulfato de magnesio 20 kg/ha y sulfato de magnesio 40 kg/ha. El menor promedio se reportó en el testigo que tuvo 9,50 con un coeficiente de variación de 4,24%.

A los 43 días después de la siembra el tratamiento sulfato de magnesio 30 kg/ha con 15,83 tuvo el mayor promedio de emisión foliar, siendo estadísticamente igual a sulfato de magnesio 20 kg/ha y sulfato de magnesio 40 kg/ha; pero superior al resto de tratamientos. El menor promedio se encontró en el testigo que tuvo 14,00, con un coeficiente de variación de 2,85%.

**Tabla 2.** Emisión foliar con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023.

Tratamientos	Dosis kg/ha	15 dds	22 dds	29 dds	36 dds	43 dds
Testigo	0	4,17 b	5,67 b	7,50 d	9,50 c	14,00 b
Sulfato de magnesio	10	4,33 b	6,33 b	8,50 cd	10,17 bc	14,33 b
Sulfato de magnesio	20	5,00 a	7,17 a	8,83 bc	11,00 ab	14,83 ab
Sulfato de magnesio	30	5,00 a	7,67 a	10,17 a	12,17 a	15,83 a
Sulfato de magnesio	40	4,67 ab	7,33 a	9,67 ab	11,50 a	15,17 ab
Promedio general		4,63	6,83	8,93	10,87	14,83
Significancia estadística		**	**	**	**	**
Coeficiente de variación (%)		3,93	4,01	4,63	4,24	2,85

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) según prueba de Tukey.

\*\* : Altamente significativa.

dds: días después de la siembra.

#### 4.1.3. Área foliar efectiva

En la tabla 6 se muestran los valores promedio. El análisis de varianza indica poca significancia estadística. Con un coeficiente de variación 2,37 %.

El tratamiento con mayor promedio resultado de la aplicación de sulfato de magnesio 40 kg/ha con promedio de 0,07 de área foliar efectiva siendo igual estadísticamente a los demás tratamientos aplicados con sulfato de magnesio. El menor promedio presentó el testigo con 0,06 de área foliar efectiva siendo estadísticamente igual a sulfato de magnesio 10 kg/ha.

**Tabla 3.** Área foliar efectiva con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023.

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis kg/ha</b>	<b>Área Foliar Efectiva (m<sup>2</sup>)</b>
Testigo	0	0,06 b
Sulfato de magnesio	10	0,07 ab
Sulfato de magnesio	20	0,07 a
Sulfato de magnesio	30	0,07 a
Sulfato de magnesio	40	0,07 a
Promedio general		0,068
Significancia estadística		**
Coefficiente de variación (%)		2,37

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) según prueba de Tukey.

\*\* : Altamente significativa.

#### **4.1.4. Altura de inserción de la mazorca**

El análisis estadístico presentó alta significancia estadística en la evaluación realizada (tabla 7). El coeficiente de variación fue 0,88 %.

La aplicación de sulfato de magnesio 40 Kg/ha presentó un promedio mayor (145,17 cm) siendo estadísticamente igual a sulfato de magnesio 20 kg/ha y 30 kg/ha; pero diferente a los demás tratamientos. El testigo tuvo el menor promedio (135,90 cm) siendo estadísticamente igual a sulfato de magnesio 10 kg/ha.

**Tabla 4.** Inserción de mazorca con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023.

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis kg/ha</b>	<b>Altura inserción (cm)</b>
Testigo	0	135,90 b
Sulfato de magnesio	10	136,27 b
Sulfato de magnesio	20	143,10 a
Sulfato de magnesio	30	145,00 a
Sulfato de magnesio	40	145,17 a
Promedio general		141,09
Significancia estadística		**
Coefficiente de variación (%)		0,88

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) según prueba de Tukey.

\*\* : Altamente significativa.

#### **4.1.5. Días de floración**

En la tabla 8 se muestran los valores de días a floración el análisis de varianza no reportó diferencias significativas. El coeficiente de variación fue 1,36 %.

El testigo mostro mayor tiempo a la floración con 53,33 días. Las plantas tratadas con sulfato de magnesio 20 kg/ha tuvieron una floración más temprana (52,23 días).

**Tabla 5.** Días de floración con la aplicación de sulfato de magnesio Tabla 4. Días de floración con la aplicación de sulfato de magnesio en maíz. Baba, 2023.

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis kg/ha</b>	<b>Días</b>
Testigo	0	53,33 a
Sulfato de magnesio	10	53,10 a
Sulfato de magnesio	20	52,23 a
Sulfato de magnesio	30	52,57 a
Sulfato de magnesio	40	52,87 a
Promedio general		52,82
Significancia estadística		ns
Coeficiente de variación (%)		1,36

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) según prueba de Tukey.

Ns: no significancia.

#### **4.1.6. Niveles de clorofila escala IPNI**

En la tabla 9 se muestra los promedios de clorofila evaluados por semana, el análisis de varianza mostro alta significancia estadística.

A los 30 días después de la siembra el tratamiento sulfato de magnesio 40 kg/ha con 4,19 tuvo la mayor concentración según escala, siendo estadísticamente igual a sulfato de magnesio 30 kg/ha y sulfato de magnesio 20 kg/ha; pero superior al resto de tratamientos. El menor promedio se encontró en el testigo que tuvo 3,40, con un coeficiente de variación de 5,84%.

La evaluación a los 37 días después de la siembra encontró mayores niveles de clorofila aplicando sulfato de magnesio 40 kg/ha con 4,74 siendo estadísticamente igual a sulfato de magnesio 30 kg/ha, pero superior al resto de tratamientos. El menor promedio se reportó en el testigo que tuvo 4,09 con un coeficiente de variación de 0,76%.

La evaluación a los 44 días después de la siembra tuvo mayores niveles de clorofila aplicando sulfato de magnesio 40 kg/ha (4,80) y sulfato de magnesio 30

kg/ha (4,76), los cuales fueron estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto de tratamientos. El menor promedio se reportó en el testigo que tuvo 4,18 con un coeficiente de variación de 1,17%.

En la evaluación a los 51 días después de la siembra los mayores promedios de clorofila se alcanzaron en el tratamiento sulfato de magnesio 40 kg/ha (4,79), el cual fue estadísticamente superior al resto de tratamientos. El menor promedio se tuvo en el testigo con 4,19, y con un coeficiente de variación de 0,59%.

**Tabla 6.** Niveles de clorofila escala IPNI con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023.

Tratamientos	Dosis kg/ha	30 dds	37 dds	44 dds	51 dds
Testigo	0	3,40 b	4,09 d	4,18 c	4,19 d
Sulfato de magnesio	10	3,49 b	4,59 c	4,56 c	4,57 c
Sulfato de magnesio	20	3,72 ab	4,64 bc	4,66 bc	4,69 b
Sulfato de magnesio	30	3,84 ab	4,70 ab	4,76 a	4,74 bc
Sulfato de magnesio	40	4,19 a	4,74 a	4,80 a	4,79 a
Promedio general		3,73	4,55	4,59	4,60
Significancia estadística		**	**	**	**
Coeficiente de variación (%)		5,84	0,76	1,17	0,59

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

\*\* : Altamente significativa.

dds: días después de la siembra

#### 4.1.7. Niveles de clorofila SPAD

En la figura 1 y tabla 10 se muestra los promedios de clorofila evaluados por semana, el análisis de varianza mostro alta significancia estadística.

A los 30 días después de la siembra el tratamiento sulfato de magnesio 40 kg/ha con 10,83 tuvo la mayor concentración según SPAD, siendo estadísticamente igual a todos los tratamientos. El menor promedio se encontró

en sulfato de magnesio 10 kg/ha con 8,86, con un coeficiente de variación de 21,92%.

La evaluación a los 37 días después de la siembra encontró mayores niveles de clorofila aplicando sulfato de magnesio 30 kg/ha con 6,90 siendo estadísticamente igual al resto de tratamientos. El menor promedio se reportó sulfato de magnesio 40 kg/ha en el testigo que tuvo 6,48 con un coeficiente de variación de 11,42%.

La evaluación a los 44 días después de la siembra tuvo mayores niveles de clorofila aplicando sulfato de magnesio 30 kg/ha 7,58, el cual fue estadísticamente igual al resto de tratamientos. El menor promedio se reportó sulfato de magnesio 10 kg/ha 5,70 con un coeficiente de variación de 10,91%.

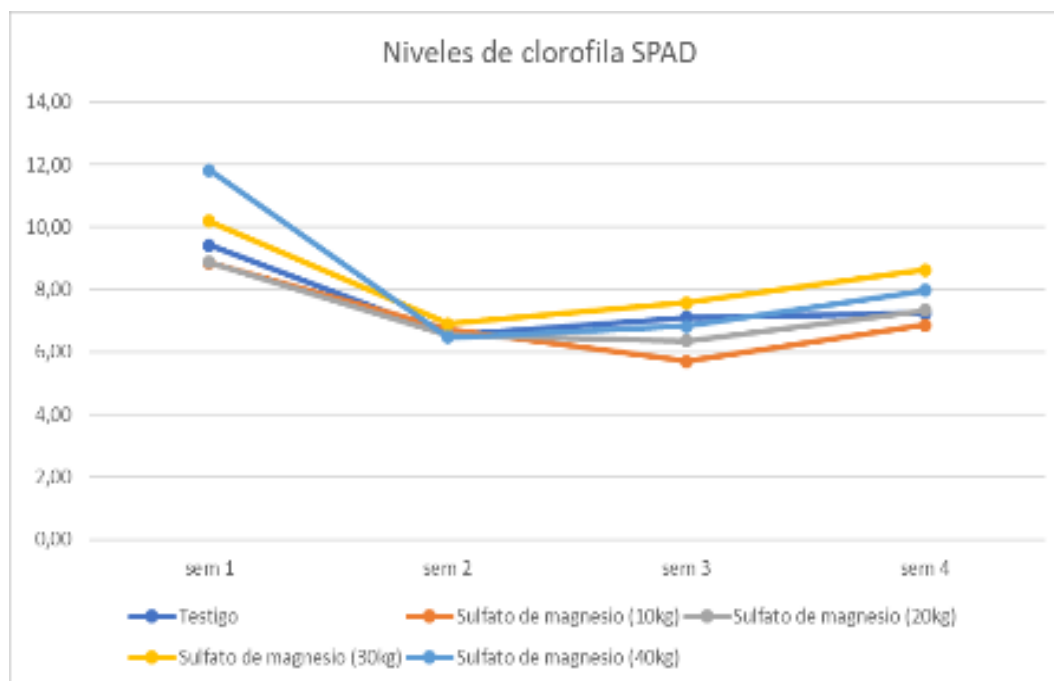
En la evaluación a los 51 días después de la siembra los mayores promedios de clorofila se alcanzaron en el tratamiento sulfato de magnesio 30 kg/ha con 8,64, el cual fue estadísticamente igual a los demás tratamientos. El menor promedio se tuvo en sulfato de magnesio 10 kg/ha con 6,87, y con un coeficiente de variación de 12,64%.

**Tabla 7.** Niveles de clorofila SPAD con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023.

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis kg/ha</b>	<b>30 dds</b>	<b>37 dds</b>	<b>44 dds</b>	<b>51 dds</b>
Testigo	0	9,34 a	6,53 a	7,12 a	7,24 a
Sulfato de magnesio	10	8,86 a	6,72 a	5,70 a	6,87 a
Sulfato de magnesio	20	8,88 a	6,55 a	6,36 a	7,34 a
Sulfato de magnesio	30	10,19 a	6,90 a	7,58 a	8,64 a
Sulfato de magnesio	40	10,83 a	6,48 a	6,84 a	7,98 a
Promedio general		9,62	6,64	6,72	7,61
Significancia estadística		ns	ns	ns	ns
Coeficiente de variación (%)		21,92	11,42	10,91	12,46

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

Ns: no significancia.  
dds: días después de la siembra



**Figura 1.** Niveles de clorofila evaluado por semana en el cultivo de maíz, Baba 2023.

#### 4.1.8. Longitud de la mazorca

En la tabla 11 se muestran los valores de longitud de mazorca, el análisis de varianza no reporto diferencia significativa. El coeficiente de variación fue 3,25 %.

El tratamiento sulfato de magnesio 40 kg/ha y sulfato de magnesio 30 kg/ha presentaron mayores promedios con (19,47 cm). El testigo obtuvo un promedio menor con (18,27 cm).

**Tabla 8.** Longitud de mazorca con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023.



<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis kg/ha</b>	<b>Longitud de mazorca (cm)</b>
Testigo	0	18,27 a
Sulfato de magnesio	10	19,33 a
Sulfato de magnesio	20	19,07 a
Sulfato de magnesio	30	19,47 a
Sulfato de magnesio	40	19,47 a
Promedio general		19,22
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		3,25

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) según prueba de Tukey.

\*\* : Altamente significativa.

#### **4.1.9. Rendimiento por hectárea**

En la tabla 12 se muestran los valores de rendimiento por hectárea, el análisis de varianza reporto alta significancia estadística. El coeficiente de variación tuvo 4,56%.

La aplicación de sulfato de magnesio 30 Kg/ha obtuvo un promedio mayor (9868,60) siendo estadísticamente igual a sulfato de magnesio 40 kg/ha; pero diferente a los demás tratamientos. El testigo tuvo el menor promedio 7023,27 siendo estadísticamente igual al tratamiento sulfato de magnesio 10 Kg/ha.

**Tabla 9.** Rendimiento por hectárea con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023.

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis kg/ha</b>	<b>Rendimiento por hectárea</b>
Testigo	0	7023,27 d
Sulfato de magnesio	10	7523,67 cd
Sulfato de magnesio	20	8289,40 bc
Sulfato de magnesio	30	9868,60 a

Sulfato de magnesio	40	9298,37 ab
Promedio general		8400,662
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		4,56

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) según prueba de Tukey.

\*\* : Altamente significativa.

#### 4.1.10. Eficiencia agronómica

En la tabla 13 se muestran los valores de eficiencia agronómica basada en rendimiento de grano.

La mayor tasa de asimilación la obtuvo el tratamiento sulfato de magnesio 10 kg/ha, teniendo un valor de 133,03 de magnesio.

**Tabla 10.** Eficiencia agronómica con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Magnesio
Testigo	0	0,00
Sulfato de magnesio	10	133,03
Sulfato de magnesio	20	104,84
Sulfato de magnesio	30	122,50
Sulfato de magnesio	40	77,63
Promedio general		87,6
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		14,63

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) según prueba de Tukey.

\*\* : Altamente significativa.

60-80	Muy bajo
80-100	Bajo
100-120	Normal
120-180	Alto

#### **4.1.11. Análisis económico**

En la tabla 14 se muestran los costos fijos y en (la tabla 15) se presenta el análisis económico de grano en relación al precio de tratamientos.

El tratamiento sulfato de magnesio 30 kg/ha genero mayor utilidad con \$1459,41; siendo el testigo quien obtuvo menor ingreso con \$736,29.

**Tabla 11.** Costos fijos con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023.

<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario (\$)</b>	<b>Valor total (\$)</b>
<b>Alquiler del terreno</b>	Ha	1	200,00	200,00
<b>Preparación de terreno</b>				
Rastra	1	2	35,00	70,00
<b>Material de siembra</b>				
Hibrido	funda	1	232,75	232,75
Siembra	Maquinaria	1	75,00	75,00
<b>Control de malezas</b>				
Pendimentalin	L	2.5	7,00	17,50
Glifosato	L	3	4,50	13,50
Atrazina	kg	1	6,00	6,00
Mano de obra	Jornales	2	12,00	24,00
<b>Control fitosanitario</b>				
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	10,00	10,00
Acetamiprid	100gr	2	3,00	6,00
Propiconazole	L	1	16,80	16,80
Mano de obra	Jornales	6	12,00	72,00
<b>Fertilización</b>				
Urea	45kg	6	25,00	150,00
DAP	50kg	1	32,00	32,00
Muriato de Potasio	45kg	2	25,00	50,00
Sub total				998,70
Administración (5%)				49,93
<b>Total, costo fijo</b>				<b>1,048.63</b>

**Tabla 12.** Análisis económico con la aplicación de sulfato de magnesio en el cultivo de maíz. Baba 2023.

Tratamientos Kg/ha	Kg/ha	#qq 45,25 kg	Valor de producción (USD)	Costos Fijos	Precio MgSO4 (USD)	Cosecha +transporte	Total	Beneficio Neto (USD)
Testigo	7023,27	155,21	2017,73	1048,63	0	232,81	1281,44	736,29
Sulfato de magnesio 10	7523,67	166,27	2161,50	1048,63	25	249,40	1298,03	863,47
Sulfato de magnesio 20	8289,40	183,19	2381,49	1048,63	25	274,79	1322,82	1,058,67
Sulfato de magnesio 30	9868,60	218,09	2835,18	1048,63	25	327,14	1375,77	1459,41
Sulfato de magnesio 40	9298,37	205,49	2671,35	1048,63	25	308,23	1356,86	1314,49

Cosecha y transporte= \$1,50

qq 45,25 kg= \$13,00

## 4.2. Discusión

En la presente investigación se estudiaron consecuencias de dosis de sulfato de magnesio adicional al plan de fertilización edáfica en la emisión y rendimiento del híbrido de maíz emblema ultra, los cuales obtuvieron resultados significativos en algunas variables agronómicas.

En el resultado de la aplicación de sulfato de magnesio se evidencio mejoras en el funcionamiento fisiológico y morfológicas de la plantación, el cultivo presento un desarrollo favorable en aumentando el crecimiento en las plantas. Por lo que se denota en la dosis de mayor concentración de 40 kg/ha. Esto hace referencia a lo mencionado por Senbayram (2014) lo cual menciona que la aplicación del magnesio interviene en muchos procesos fisiológicos además de bioquímicos en la planta; ya que es esencial para el crecimiento y desarrollo asimismo está involucrado en mecanismos de defensa en situaciones de estrés abióticos.

Por otra parte, se describe que la cantidad de mg liberada en los suelos es muy pequeña haciendo comparación a las cantidades que requiere un cultivo para tener un óptimo rendimiento y calidad; por el cual es necesario la aplicación de fertilizantes con Mg. En efecto la fertilización con magnesio es importante ya que es el átomo central de la clorofila y actúa como mecanismo aportando eficiencia dentro de la planta. El magnesio no fijado es movable y fácilmente traslocado a las hojas viejas y jóvenes, además de granos y frutos en donde se concentra el resto del magnesio por lo que se hace notorio en observar las variables que puede optimizar su adiconamiento (Ross 2004).

En lo que respecta días de floración no hubo significancia estadística ya que estos factores están estrechamente relacionado a las condiciones ambientales por lo que indica Vistoso y Martínez (2022), los cuales manifiestan que el magnesio es absorbido como  $Mg^{2+}$  intercambiable por las raíces de las plantas cumple varias funciones, interviniendo en el metabolismo del fosforo y en la respiración y activación de reacciones enzimáticas. Dentro del funcionamiento del magnesio en la planta ayuda a la síntesis de proteínas, carbohidratos y grasas y varias vitaminas que no pueden realizarse sin suficiente magnesio ya que cumple un rol importante

en activador de importantes enzimas para estos procesos, en el caso de deficiencia de magnesio, la síntesis de proteínas queda paralizadas y la planta detiene su crecimiento o desarrollo (Summer 2014).

El mayor rendimiento lo obtuvo el tratamiento de sulfato de magnesio 30 kg/ha, la cual mejoro la acción fotosintética del cultivo habiendo mayor cantidad de clorofila participando en la formación de proteínas esenciales para llenado de granos esto concuerda con Jiménez (2000) quienes encontraron mayores rendimientos en cultivos de papa a la aplicación de sulfato de magnesio la cual aumenta un 44% sobre el tratamiento sin la aplicación de este fertilizante.

## **CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

En base a los resultados obtenidos se concluye que:

1. Las plantas con mayor altura de planta y altura de inserción de mazorca fueron encontradas en el tratamiento sulfato de magnesio 40 kg/ha
2. El tratamiento sulfato de magnesio 30 kg/ha mostro mejor eficiencia agronómica siendo este el que tuvo mayor emisión foliar en las cinco semanas evaluadas.
3. Mayor área foliar efectiva presentaron los tratamientos fertilizados con sulfato de magnesio sobrepasando al testigo sin tratar.
4. La variable días de floración no se observó significancia estadística respectos a los tratamientos.
5. Los tratamientos sulfato de magnesio 40 kg/ha y 30 kg/ha se mostraron con mayor promedio de clorofila en las cuatro semanas evaluadas en escala IPNI y SPAD.
6. Los tratamientos sulfato de magnesio 40 kg/ha y sulfato de magnesio 30 kg/ha obtuvieron los mayores promedios en longitud de mazorca con igualdad estadística.
7. El mayor rendimiento presento el tratamiento sulfato de magnesio 30 kg/ha.
8. En el análisis económico el tratamiento sulfato de magnesio 30 kg/ha obtuvo mayor utilidad con \$1459,41.



## **5.2. RECOMENDACIONES**

En base a las conclusiones se recomienda que:

1. Aplicar sulfato de magnesio al plan de fertilización edifica en dosis de 30kg/ha en los primeros 5 días y 20 días del cultivo de maíz para elevar los niveles de clorofila y lograr óptimos rendimientos.
2. Utilizar para la siembra el híbrido de maíz Emblema Ultra por su estable comportamiento en la zona de estudio.
3. Llevar a cabo trabajos de investigación con diferentes dosis y fuentes de magnesio en diversas condiciones de manejo.

## REFERENCIAS

- Agrobanco. 2013. Fertilización en el cultivo de maíz blanco amaliceo. Calca, Perú.  
Consultado el: 30/03/2023 Disponible en:  
<https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/022-g-mab.pdf>
- Abcagro 2023. Maíz cultivo y Manejo: Ciclo vegetativo del maíz. Consultado el: 22/03/2023. Disponible en:  
<http://www.abcagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp>
- Arcos, J., Rojas, D., Guerrero, C., Prado, V. 2020. Recomendaciones para la producción de grano de Maíz Biofortificado en Colombia. Valle del Cauca, Colombia. 52p.
- Baca, L. 2016. La producción de maíz amarillo en el Ecuador y su relación con la soberanía alimentaria. Tesis economista, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. 84p.
- Bajaña, A., Medina, R., López, M., Troya, G. 2022. Efectos del silicio y magnesio sobre la respuesta agronómica del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. En Memorias I Congreso internacional de Ciencias Agropecuarias. UTB. Babahoyo, Ecuador. p28. ISBN: 978-9942-606-09-9
- Cakmak, I & Yazici, A. 2010. Magnesio: El element olvidado de los cultivos. Universidad de Sabanci. Facultad de Ingeniería y Ciencia Naturales. Estambul, Turquía. 23-25p.
- Castillo, F. 2009. Revisión analítica: Origen y diversificación del maíz. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. Texcoco, México. 2p.
- CFN (Corporación Financiera Nacional). 2021. Ficha sectorial rubro maíz. Agricultura Ganadería silvicultura y Pesca: Cultivo de maíz. Guayaquil, Ecuador. 23p.

- 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. In Memorias VII Congreso REDU. p615-622. ISBN 978-9942-8792-1-9
- Deras, H. 2020. Guía técnica: El cultivo de maíz. Instituto interamericano de cooperación. San salvador, El salvador. 42p.
- Espinosa, A., Valdivia, R., Pilarte, F. 2019. Instructivo 3: Manejo de la Fertilización de Maíz y Frijol -4R, basado en la Evaluación Visual de Suelos. Managua, Nicaragua. 24p.
- Fassio, A., Carriquiry, A., Tojo, C., & Romero, R. 1998. Serie técnica: Maíz, aspectos sobre la fenología. Instituto nacional de investigaciones agropecuarias. Montevideo, Uruguay. 57p.
- González, E. 2017. Influencia de cepas de Azotobacter en el cultivo de maíz bajo dos sistemas de labranza, en la zona de Pueblo Viejo, provincia de Los Ríos. Tesis ingeniero Agrónomo, Universidad técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador. 54p.
- Jiménez, F. 2017. La importancia de la nutrición con magnesio y azufre en el cultivo de papa. Consultado: 20/04/2023 disponible:  
  
[http://www.ipni.net/publication/ialacs.nsf/0/2D071476E9B2B1B80325815D00646E09/\\$FILE/30.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialacs.nsf/0/2D071476E9B2B1B80325815D00646E09/$FILE/30.pdf)
- Kumar, M. 2017. Guía para la identificación y el manejo de la deficiencia de nutrientes en cereales. Centro de Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. International Plant Nutrition Institute. El batán, México. 50p.
- K+S Minerals. 2023. Dinámica del magnesio en el suelo. Consultado: 20-01-2023. Disponible en: [http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/eses/fertiliser/advisory\\_service/nutrients/magnesium.html#:~:text=Funciones%20del%20](http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/eses/fertiliser/advisory_service/nutrients/magnesium.html#:~:text=Funciones%20del%20)

Magnesio%20en%20la%20planta&text=Es%20la%20base%20estructural%20de,y%20acumulaci%C3%B3n%20de%20la%20energ%C3%ADa.

Lagos, C. 1982. Maíz: suelo, variedad, densidad y época de siembra [en línea]. Investigación y Progreso Agropecuario Quilamapu. (no. 13) p. 2-5. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/33956> (Consultado: 1 marzo 2023)

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>

López, M., Mejía, A., Lombeida, E., Colina, E. 2021. Fisiología vegetal: movimiento y transporte de solutos en las plantas. CIDEPRO Editorial, Babahoyo, Ecuador. 206p. ISBN: 978-9942-823-83-0

Morán, E., Colina, E., Mejía, A., Gutiérrez, X. 2022. Estimación de curvas de absorción de nutrientes para el cultivo de maíz híbrido (*Zea mays* L.) en tres zonas productoras de la provincia de Los Ríos. En Memorias I Congreso internacional de Ciencias Agropecuarias. UTB. Babahoyo, Ecuador. p20. ISBN: 978-9942-606-09-9

Ortigoza, J., López, C., & González, J. 2019. Guía técnica: Cultivo de maíz. Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Paraguay. 48p. ISBN:978-99967-940-4-9

Ortiz, M., Delatorre, J., Sepulveda, I., low, C., Ruiz, K., Delatorre, J. 2021. Efectos de distintas concentraciones de boro y pH en el crecimiento de *Zea mays* var. Capia blanca, un maíz ancestral de Chile. Idesia, 39(2):111-119. ISSN:01718\_3429

Paliwal, R., Granados, G., Lafitte, H., & Violic, A. 2001. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma, Italia. 100p.

Pereyra, M. 2001. Asimilaciones de nitrógenos en plantas. Facultad de Agronomía Universidad de La Pampa. La Pampa, Argentina. 16p.

Pérez, F. 2017. Fisiología vegetal Parte III: nutrición mineral. Universidad nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Pucallpa, Perú. 36p.

Pioneer. 2014. Maíz Crecimiento y desarrollo. Chile. Consultado el 28/03/2023 Disponible en: [https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Latin\\_America\\_Central/Chile/Servicios/Informacion\\_tecnica/Corn\\_Growth\\_and\\_Development\\_Spanish\\_V](https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Latin_America_Central/Chile/Servicios/Informacion_tecnica/Corn_Growth_and_Development_Spanish_V)

Reyes, M., Franco, O., Morales, E., Pérez, D. 2017. Influencia del magnesio y zinc en la altura de planta y verdor de hojas de Liliium. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. Consultado el: 19/02/2023 Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/674/67451351004.pdf>

Rincón, A y Ligarreto, G. 2010. Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila, en maíz asociado con pastos en el Piedemonte Llanero colombiano. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 8p. 11(2), 122-128. ISSN: 0122-8706.

SAGARPA & INIFAP. 2015. Fertilización nitrogenada en maíz. Tamaulipas, México. Consultado el: 22/02/2023 Disponible en:

<http://inifapcirne.gob.mx/Eventos/2015/Boletin%20Electronico%20V.1,%20No.1.pdf>

- Santana, F. 2015. Fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo y rendimiento en maíz (*Zea mays* L.). Tesis ingeniero agropecuario. Universidad de las Fuerzas Armadas. santo domingo, Ecuador. 62p.
- Senbayram, M., Gransee, A., Whale, V., & Thiel, H. 2015. Role of magnesium fertilisers in agriculture: plant–soil continuum. Göttingen, Germany. 12p.
- Silva, I., Smyth, T., Israel, D., Raper, C., Ruffy, T. 2001. Magnesium, a forgotten nutrient that can save your crop. *Plant Cell Physiol.* 42(2):538-545. ISSN 1471-9053
- Summer, P. 2014. Importancia del Magnesio y el Azufre en una fertilización equilibrada. Argentina. 15p.
- Toledo, R. 2018. Etapas de desarrollo de cereales; Cereales y Oleaginosas. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Córdoba, Argentina. 8p.
- Vistoso, E & Martínez, J. 2020. Magnesio disponible y fertilización en suelos de la Región de Los Ríos. Osorno, Chile. 4p.
- Witt, C., Cabrera-Pasuquin, J., Mutters, R. 2004. Spectral reflectance of rice leaves and leaf color charts for N management. In memoria 4th International Crop Science Congress. Proceedings, ICSC2004. 2(5):918. ISBN:1920842209
- Yzarra, W., Trebejo, I., Noriega, V. 2010. Evaluación del efecto del clima en la producción y productividad del maíz amarillo duro en la costa central del Perú. Universidad Agraria la Molina. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Lima, Perú. 90p.

# ANEXOS



**Figura 2.** Limpieza del terreno



**Figura 3.** Siembra de unidad experimental





**Figura 4.** Aplicación de sulfato de magnesio



**Figura 5.** Emisión foliar después de fertilización



**Figura 6.** Toma de niveles de clorofila escala IPNI



**Figura 7.** Cultivo de maíz





**Figura 8.** Toma niveles de clorofila SPAD



**Figura 9.** Longitud de hoja

**ALTURA DE PLANTA:** 15/4/2023 - 15:09:51 - [Versión : 30/4/2020]

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALTURA DE PLANTA	15	0,99	0,99	0,20

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	262,55	6	43,76	169,50	<0,0001
BLOQUES	0,08	2	0,04	0,16	0,8568
TRATAMIENTOS	262,47	4	65,62	254,17	<0,0001
Error	2,07	8	0,26		
Total	264,62	14			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,91824**

Error: 0,2582 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.
3	253,88	5	0,23 A
1	253,78	5	0,23 A
2	253,70	5	0,23 A

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

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,43325**

Error: 0,2582 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Sulfato de magnesio (40kg) ..	258,47	3	0,29 A
Sulfato de magnesio (30kg) ..	257,03	3	0,29 B
Sulfato de magnesio (20kg) ..	255,90	3	0,29 B
Sulfato de magnesio (10kg) ..	249,07	3	0,29 C
Testigo	248,47	3	0,29 C

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

**ALTURA INSERCIÓN DE LA MAZORCA:** 15/4/2023 - 17:03:50 - [Versión : 30/4/2020]

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
INSERCIÓN DE MAZORCA	15	0,96	0,93	0,88

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	281,08	6	46,85	30,13	<0,0001
TRATAMIENTO	258,44	4	64,61	41,55	<0,0001
BLOQUES	22,63	2	11,32	7,28	0,0158
Error	12,44	8	1,56		
Total	293,52	14			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,51752**

Error: 1,5550 gl: 8

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
Testigo	135,90	3	0,72	A
Sulfato de magnesio (10kg) ..	136,27	3	0,72	A
Sulfato de magnesio (20kg) ..	143,10	3	0,72	B
Sulfato de magnesio (30kg) ..	145,00	3	0,72	B
Sulfato de magnesio (40kg) ..	145,17	3	0,72	B

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

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,25358**

Error: 1,5550 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.	
1	139,52	5	0,56	A
3	141,22	5	0,56	A B
2	142,52	5	0,56	B

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

**EMISION FOLIAR:** 17/3/2023 - 22:24:11 - [Versión: 30/4/2020]

### Análisis de la varianza

15 dds

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
15 dds	15	0,88	0,79	3,94

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,97	6	0,33	9,83	0,0025
TRATAMIENTOS	1,73	4	0,43	13,00	0,0014
BLOQUES	0,23	2	0,12	3,50	0,0809
Error	0,27	8	0,03		
Total	2,23	14			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,51500**

Error: 0,0333 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Sulfato de magnesio (30kg) ..	5,00	3	0,11	A
Sulfato de magnesio (20kg) ..	5,00	3	0,11	A
Sulfato de magnesio (40kg) ..	4,67	3	0,11	A B
Sulfato de magnesio (10kg) ..	4,33	3	0,11	B
Testigo	4,17	3	0,11	B

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

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,32995**

Error: 0,0333 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.	
3	4,80	5	0,08	A
2	4,60	5	0,08	A
1	4,50	5	0,08	A

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

22 dds

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
22 dds	15	0,93	0,88	4,01

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,23	6	1,37	18,30	0,0003
TRATAMIENTOS	8,00	4	2,00	26,67	0,0001
BLOQUES	0,23	2	0,12	1,56	0,2687
Error	0,60	8	0,07		
Total	8,83	14			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,77251**

Error: 0,0750 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Sulfato de magnesio (30kg) ..	7,67	3	0,16	A
Sulfato de magnesio (40kg) ..	7,33	3	0,16	A
Sulfato de magnesio (20kg) ..	7,17	3	0,16	A
Sulfato de magnesio (10kg) ..	6,33	3	0,16	B
Testigo	5,67	3	0,16	B

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

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49492**

Error: 0,0750 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.	
3	7,00	5	0,12	A
1	6,80	5	0,12	A
2	6,70	5	0,12	A

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

**29 dds**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
29 dds	15	0,91	0,83	4,63

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13,07	6	2,18	12,75	0,0010
TRATAMIENTOS	12,93	4	3,23	18,93	0,0004
BLOQUES	0,13	2	0,07	0,39	0,6891
Error	1,37	8	0,17		
Total	14,43	14			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,16589**

Error: 0,1708 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Sulfato de magnesio (30kg) ..	10,17	3	0,24	A
Sulfato de magnesio (40kg) ..	9,67	3	0,24	A B
Sulfato de magnesio (20kg) ..	8,83	3	0,24	B C
Sulfato de magnesio (10kg) ..	8,50	3	0,24	C D
Testigo	7,50	3	0,24	D

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

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,74695**

Error: 0,1708 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.	
3	9,00	5	0,18	A
2	9,00	5	0,18	A

1 8,80 5 0,18 A

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

### 36 dds

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
36 dds	15	0,89	0,80	4,24

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13,53	6	2,26	10,61	0,0019
TRATAMIENTOS	13,40	4	3,35	15,76	0,0007
BLOQUES	0,13	2	0,07	0,31	0,7393
Error	1,70	8	0,21		
Total	15,23	14			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,30032

Error: 0,2125 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Sulfato de magnesio (30kg) ..	12,17	3	0,27	A
Sulfato de magnesio (40kg) ..	11,50	3	0,27	A
Sulfato de magnesio (20kg) ..	11,00	3	0,27	A B
Sulfato de magnesio (10kg) ..	10,17	3	0,27	B C
Testigo	9,50	3	0,27	C

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

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,83308

Error: 0,2125 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.	
3	11,00	5	0,21	A
2	10,80	5	0,21	A
1	10,80	5	0,21	A

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

### 43 dds

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
43 dds	15	0,82	0,68	2,85

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,40	6	1,07	5,95	0,0123
TRATAMIENTOS	6,17	4	1,54	8,60	0,0054
BLOQUES	0,23	2	0,12	0,65	0,5470
Error	1,43	8	0,18		
Total	7,83	14			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,19399

Error: 0,1792 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Sulfato de magnesio (30kg) ..	15,83	3	0,24	A
Sulfato de magnesio (40kg) ..	15,17	3	0,24	A B
Sulfato de magnesio (20kg) ..	14,83	3	0,24	A B
Sulfato de magnesio (10kg) ..	14,33	3	0,24	B
Testigo	14,00	3	0,24	B

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

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,76496**

Error: 0,1792 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.
3	15,00	5	0,19 A
2	14,80	5	0,19 A
1	14,70	5	0,19 A

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

**AREA FOLIAR EFECTIVA:** 17/4/2023 - 10:51:39 - [Versión : 30/4/2020]

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
AREA FOLIAR EFECTIVA	15	0,82	0,68	2,71

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,9E-03	6	8,1E-04	5,95	0,0123
TRATAMIENTOS	4,3E-03	4	1,1E-03	7,88	0,0070
BLOQUES	5,7E-04	2	2,9E-04	2,10	0,1852
Error	1,1E-03	8	1,4E-04		
Total	0,01	14			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03298**

Error: 0,0001 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Testigo	0,40	3	0,01 A
Sulfato de magnesio (10kg) ..	0,43	3	0,01 A B
Sulfato de magnesio (30kg) ..	0,44	3	0,01 B
Sulfato de magnesio (40kg) ..	0,44	3	0,01 B
Sulfato de magnesio (20kg) ..	0,45	3	0,01 B

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

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02113**

Error: 0,0001 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.
3	0,43	5	0,01 A
2	0,43	5	0,01 A
1	0,44	5	0,01 A

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

**DIAS DE FLORACIÓN:** 15/4/2023 - 20:19:35 - [Versión : 30/4/2020]

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIAS DE FLORACIÓN	15	0,37	0,00	1,36

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------



Modelo	2,38	6	0,40	0,77	0,6166
TRATAMIENTO	2,26	4	0,56	1,09	0,4232
BLOQUES	0,12	2	0,06	0,12	0,8887
Error	4,14	8	0,52		
Total	6,52	14			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,02986**

Error: 0,5178 gl: 8

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Sulfato de magnesio (20kg) ..	52,23	3	0,42 A
Sulfato de magnesio (30kg) ..	52,57	3	0,42 A
Sulfato de magnesio (40kg) ..	52,87	3	0,42 A
Sulfato de magnesio (10kg) ..	53,10	3	0,42 A
Testigo	53,33	3	0,42 A

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

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,30048**

Error: 0,5178 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.
2	52,72	5	0,32 A
1	52,80	5	0,32 A
3	52,94	5	0,32 A

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

**MEDIDA DE CLOROFILA ESCALA IPNI:** 17/4/2023 - 12:38:12 - [Versión : 30/4/2020]

**Análisis de la varianza**

**SEMANA 1**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SEMANA 1	15	0,77	0,59	5,84

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,25	6	0,21	4,38	0,0296
TRATAMIENTOS	1,17	4	0,29	6,15	0,0146
BLOQUES	0,08	2	0,04	0,82	0,4737
Error	0,38	8	0,05		
Total	1,63	14			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61474**

Error: 0,0475 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Testigo	3,40	3	0,13 A
Sulfato de magnesio (10kg) ..	3,49	3	0,13 A
Sulfato de magnesio (20kg) ..	3,72	3	0,13 A B

Sulfato de magnesio (30kg) ..	3,84	3	0,13	A	B
Sulfato de magnesio (40kg) ..	4,19	3	0,13	B	

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

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,39385**

Error: 0,0475 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.
3	3,68	5	0,10 A
1	3,68	5	0,10 A
2	3,83	5	0,10 A

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

## SEMANA 2

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
SEMANA 2	15	0,99	0,98	0,76	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,84	6	0,14	117,63	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,83	4	0,21	174,80	<0,0001
BLOQUES	0,01	2	3,9E-03	3,30	0,0900
Error	0,01	8	1,2E-03		
Total	0,85	14			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09717**

Error: 0,0012 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Testigo	4,09	3	0,02 A
Sulfato de magnesio (10kg) ..	4,59	3	0,02 B
Sulfato de magnesio (20kg) ..	4,64	3	0,02 B C
Sulfato de magnesio (30kg) ..	4,70	3	0,02 C D
Sulfato de magnesio (40kg) ..	4,74	3	0,02 D

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

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06225**

Error: 0,0012 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.
1	4,52	5	0,02 A
3	4,55	5	0,02 A
2	4,58	5	0,02 A

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

## SEMANA 3

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
SEMANA 3	15	0,97	0,95	1,17	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,76	6	0,13	43,46	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,75	4	0,19	64,77	<0,0001
BLOQUES	4,8E-03	2	2,4E-03	0,83	0,4712

Error	0,02	8	2,9E-03
Total	0,78	14	

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15208**

Error: 0,0029 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Testigo	4,18	3	0,03	A
Sulfato de magnesio (10kg)..	4,56	3	0,03	B
Sulfato de magnesio (20kg)..	4,66	3	0,03	B C
Sulfato de magnesio (30kg)..	4,76	3	0,03	C
Sulfato de magnesio (40kg)..	4,80	3	0,03	C

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

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09743**

Error: 0,0029 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.	
1	4,58	5	0,02	A
3	4,59	5	0,02	A
2	4,62	5	0,02	A

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

**SEMANA 4**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SEMANA 4	15	0,99	0,99	0,59

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,69	6	0,11	154,57	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,69	4	0,17	230,96	<0,0001
BLOQUES	2,7E-03	2	1,3E-03	1,78	0,2286
Error	0,01	8	7,4E-04		
Total	0,70	14			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07691**

Error: 0,0007 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Testigo	4,19	3	0,02	A
Sulfato de magnesio (10kg)..	4,57	3	0,02	B
Sulfato de magnesio (20kg)..	4,69	3	0,02	C
Sulfato de magnesio (30kg)..	4,74	3	0,02	C D
Sulfato de magnesio (40kg)..	4,79	3	0,02	D

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

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04927**

Error: 0,0007 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.	
3	4,58	5	0,01	A
1	4,60	5	0,01	A
2	4,61	5	0,01	A

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

**MEDIDAS DE CLOROFILA SPAD:** 17/4/2023 - 12:31:12 - [Versión : 30/4/2020]

**Análisis de la varianza**

**SEMANA 1**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SEMANA 1	15	0,53	0,18	21,92

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	42,41	6	7,07	1,52	0,2846
TRATAMIENTOS	18,49	4	4,62	0,99	0,4635
BLOQUES	23,92	2	11,96	2,57	0,1372
Error	37,21	8	4,65		
Total	79,62	14			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,08326**

Error: 4,6508 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Sulfato de magnesio (10kg) ..	8,86	3	1,25 A
Sulfato de magnesio (20kg) ..	8,88	3	1,25 A
Testigo	9,43	3	1,25 A
Sulfato de magnesio (30kg) ..	10,19	3	1,25 A
Sulfato de magnesio (40kg) ..	11,83	3	1,25 A

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

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,89738**

Error: 4,6508 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.
3	8,09	5	0,96 A
1	10,38	5	0,96 A
2	11,04	5	0,96 A

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

**SEMANA 2**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SEMANA 2	15	0,69	0,45	11,42

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,11	6	1,68	2,94	0,0807
TRATAMIENTOS	0,36	4	0,09	0,16	0,9540
BLOQUES	9,75	2	4,87	8,49	0,0105
Error	4,59	8	0,57		
Total	14,70	14			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,13700**

Error: 0,5739 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Sulfato de magnesio (40kg) ..	6,48	3	0,44 A
Testigo	6,53	3	0,44 A
Sulfato de magnesio (20kg) ..	6,55	3	0,44 A
Sulfato de magnesio (10kg) ..	6,72	3	0,44 A
Sulfato de magnesio (30kg) ..	6,90	3	0,44 A

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

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,36912**

Error: 0,5739 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.
1	5,50	5	0,34 A
2	7,20	5	0,34 B
3	7,21	5	0,34 B

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

### SEMANA 3

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SEMANA 3	15	0,66	0,41	10,91

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,49	6	1,41	2,63	0,1030
TRATAMIENTOS	6,23	4	1,56	2,90	0,0935
BLOQUES	2,26	2	1,13	2,10	0,1849
Error	4,30	8	0,54		
Total	12,78	14			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,06735**

Error: 0,5371 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Sulfato de magnesio (10kg) ..	5,70	3	0,42 A
Sulfato de magnesio (20kg) ..	6,36	3	0,42 A
Sulfato de magnesio (40kg) ..	6,84	3	0,42 A
Testigo	7,12	3	0,42 A
Sulfato de magnesio (30kg) ..	7,58	3	0,42 A

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

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,32449**

Error: 0,5371 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.
1	6,22	5	0,33 A
2	6,77	5	0,33 A
3	7,17	5	0,33 A

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

### SEMANA 4

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SEMANA 4	15	0,46	0,05	12,46

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,02	6	1,00	1,12	0,4303
TRATAMIENTOS	5,90	4	1,47	1,64	0,2556
BLOQUES	0,12	2	0,06	0,07	0,9338
Error	7,20	8	0,90		
Total	13,22	14			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,67562**

Error: 0,8997 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Sulfato de magnesio (10kg) ..	6,87	3	0,55 A
Testigo	7,24	3	0,55 A
Sulfato de magnesio (20kg) ..	7,34	3	0,55 A
Sulfato de magnesio (40kg) ..	7,98	3	0,55 A
Sulfato de magnesio (30kg) ..	8,64	3	0,55 A

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

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,71420**

Error: 0,8997 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.
1	7,49	5	0,42 A
2	7,67	5	0,42 A
3	7,69	5	0,42 A

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

**LONGITUD DE MAZORCA:** 24/4/2023 - 14:21:18 - [Versión : 30/4/2020]

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LONGITUD DE MAZORCA	15	0,53	0,18	3,52

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,12	6	0,69	1,52	0,2852
TRATAMIENTOS	3,05	4	0,76	1,68	0,2455
BLOQUES	1,07	2	0,54	1,18	0,3544
Error	3,62	8	0,45		
Total	7,74	14			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,89784**

Error: 0,4527 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Testigo	18,27	3	0,39 A
Sulfato de magnesio (20kg) ..	19,07	3	0,39 A
Sulfato de magnesio (10kg) ..	19,33	3	0,39 A
Sulfato de magnesio (40kg) ..	19,47	3	0,39 A
Sulfato de magnesio (30kg) ..	19,47	3	0,39 A

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

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,21590**

Error: 0,4527 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.
3	18,76	5	0,30 A
1	19,20	5	0,30 A

2 19,40 5 0,30 A

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

**RENDIMIENTO POR HECTAREA:** 24/4/2023 - 14:52:07 - [Versión : 30/4/2020]

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RENDIMIENTO POR HECTAREA	15	0,94	0,89	4,56

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17419656,54	6	2903276,09	19,80	0,0002
TRATAMIENTOS	16918300,78	4	4229575,19	28,84	0,0001
BLOQUES	501355,76	2	250677,88	1,71	0,2410
Error	1173321,20	8	146665,15		
Total	18592977,74	14			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1080,27532**

Error: 146665,1495 gl: 8

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Testigo	7023,27	3	221,11	A
Sulfato de magnesio (10kg) ..	7523,67	3	221,11	A B
Sulfato de magnesio (20kg) ..	8289,40	3	221,11	B C
Sulfato de magnesio (40kg) ..	9298,37	3	221,11	C D
Sulfato de magnesio (30kg) ..	9868,60	3	221,11	D

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

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=692,10380**

Error: 146665,1495 gl: 8

BLOQUES	Medias	n	E.E.
3	8152,74	5	171,27
1	8461,08	5	171,27
2	8588,16	5	171,27

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

**EFICIENCIA AGRONÓMICA:** 16/5/2023 - 12:25:05 - [Versión : 1/11/2014]

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DATO	20	0,96	0,94	14,63

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	46527,88	7	6646,84	40,49	<0,0001
TRATAMIENTO	45405,61	4	11351,40	69,16	<0,0001
BLOQUE	1122,28	3	374,09	2,28	0,1316
Error	1969,69	12	164,14		
Total	48497,57	19			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=28,87578**

Error: 164,1404 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
-------------	--------	---	------

TRATAMIENTO2	133,03	4	6,41	A
TRATAMIENTO4	122,50	4	6,41	A
TRATAMIENTO3	104,83	4	6,41	A B
TRATAMIENTO5	77,63	4	6,41	B
TRATAMIENTO1	0,00	4	6,41	C

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

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=24,05656**

*Error: 164,1404 gl: 12*

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
1	97,46	5	5,73	A
2	88,94	5	5,73	A
4	87,58	5	5,73	A
3	76,40	5	5,73	A

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