



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**EXTENSIÓN LA MANÁ**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**RESPUESTA AGRONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN  
POTÁSICA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*)**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniero/a Agrónomo/a

**AUTORAS:**

Evelyn Elizabeth Cruz Nieves  
Karla Katherine Zambrano Verdesoto

**TUTOR:**

Kleber Augusto Espinosa Cunuhay

**LA MANÁ-ECUADOR**  
**AGOSTO-2024**

## DECLARACIÓN DE AUTORIA

Cruz Nieves Evelyn Elizabeth, con cédula de ciudadanía No. 1750688416, Zambrano Verdesoto Karla Katherine, con cédula de ciudadanía No. 0504330846 declaramos ser autoras del presente PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: **“RESPUESTA AGRONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*)**, siendo el Ing. Espinosa Cunuhay Kleber Augusto MSc. Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

La Maná, agosto del 2024



Cruz Nieves Evelyn Elizabeth

C.C: 1750688416



Zambrano Verdesoto Karla Katherine

C.C: 0504330846

## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En la calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título: “RESPUESTA AGRONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*), de Cruz Nieves Evelyn Elizabeth; Zambrano Verdesoto Karla Katherine, de la carrera de Agronomía, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

La Maná, 6 Agosto 2024



Ing. Espinosa Cunuhay Kleber Augusto MSc.

C.I: 0502612740

**TUTOR**

## AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná; por cuanto, los postulantes: Cruz Nieves Evelyn Elizabeth; Zambrano Verdesoto Karla Katherine, con el título del proyecto de investigación: “RESPUESTA AGRONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*), ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

La Maná, 15 de agosto, 2024

Para constancia firman:



Luna Murillo Ricardo Augusto

CI. 0912969227

**LECTOR (PRESIDENTE)**



Quinatoa Lozada Fabian Eduardo

C.I: 1804011839

**LECTOR 1 (MIEMBRO)**



Macías Pettao Ramón Klever

CI. 0910743285

**LECTOR 2 (SECRETARIO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar, queremos agradecer a Dios por su bendición constante, que nos ha sostenido en cada momento. También queremos extender nuestro agradecimiento a nuestras familias, que con su amor, comprensión y aliento nos han sido un pilar fundamental en los momentos más desafiantes de nuestros estudios. Asimismo, queremos agradecer a nuestros ingenieros y mentores, que con su conocimiento y confianza en nuestras capacidades nos han permitido crecer y alcanzar metas que nunca imaginamos. Su apoyo y orientación han sido indispensables en nuestro camino. Y finalmente, queremos agradecer a nuestra Universidad por brindarnos un espacio de crecimiento, aprendizaje y desarrollo durante estos años. Su apoyo y recursos han sido fundamentales para alcanzar nuestros objetivos. Gracias a todos por su apoyo incondicional, estímulo constante y amor. ¡Este logro es también vuestro!*

***Evelyn & Karla***

## **DEDICATORIA**

*Dedico este proyecto con todo mi corazón a mi Madre Lourdes Nieves y a mi Padre Aníbal Cruz, quienes han sido mi mayor fuente de apoyo y amor incondicional. Su fe en mis capacidades y su constante aliento han sido las fuerzas que me han impulsado a seguir adelante. Cada sacrificio que han hecho y cada palabra de aliento que me han ofrecido han sido fundamentales en este viaje.*

*A mi hermano Ronald que aún q se encuentra lejos, siempre ha estado presente con su apoyo y confianza en mí, gracias por su apoyo*

*A mí esposo Alejandro Hernández, cuya presencia ha sido una fuente constante de fortaleza y apoyo durante todo este proceso. Tu amor, paciencia y comprensión han sido invaluable para mí, y sin tu aliento inquebrantable y apoyo incondicional, no habría sido posible alcanzar este logro. Gracias por estar a mi lado, por creer en mí y por ser mi mayor inspiración. Este proyecto es tanto tuyo como mío, y cada paso de este viaje ha sido más significativo gracias a ti.*

**Evelyn**

## **DEDICATORIA**

*Dedico de todo corazón mi proyecto de grado a dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos*

*A mi madre Noemí Verdesoto a la persona que más quiero y amo ya que se encuentra lejos espero que esté orgullosa de su hija verla triunfar y que está logrando salir adelante.*

*A mi Padre Carlos Zambrano por haber estado ahí apoyándome ya que sin el apoyo de él no lo hubiera logrado.*

*Por eso les doy mi trabajo en ofrenda por sus paciencias y amor incondicional ya que sin el apoyo de ellos no lo hubiera logrado gracias a sus bendiciones a diario y a lo largo de la vida me ha protegido y siempre me guían el camino*

**Karla**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## EXTENSIÓN LA MANÁ

### TITULO: “RESPUESTA AGRONÓMICA DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*)”

**Autoras:**  
**Cruz Nieves Evelyn Elizabeth**  
**Zambrano Verdesoto Karla Katherine**

#### RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el sector El Toquillal, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, con una duración de 120 días, el objetivo principal de la investigación es evaluar la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (*Zea mays*), en el proyecto se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con seis tratamientos y cinco repeticiones, las variables fueron las siguientes: Altura de planta (cm), longitud de mazorca (cm), diámetro de mazorca (cm), índice de desgrane, peso de mazorca por tratamiento (kg) y rendimiento (kg/ha), cada una de las variables fueron sometidas al análisis de varianza con la finalidad de determinar las medias que existen en los tratamientos, por lo cual se aplicó una prueba de Tukey al 5% de probabilidad. El mejor tratamiento fue T6 180 kg/ ha-1 en la altura de planta (202,95 cm), altura de carga (99,15 cm), diámetro de la mazorca (44,73 mm), índice de desgrane (629 g), peso de mazorcas por tratamiento (7,31 kg) y rendimiento (9745 kg/ha), basado en los resultados obtenidos podemos decir que el potasio es uno de los nutrientes esenciales para la producción de maíz, además, aporta una mayor resistencia en los tallos, también, ayuda a una mejor conservación en la estructura que sostiene la mazorca, en lo que respecta el análisis económico el mejor tratamiento fue T6 180 kg/ ha<sup>-1</sup> con un costo total de \$937,10 ,una producción de 9745,00kg, un beneficio neto de \$ 719,55 y una rentabilidad de 77%.

**Palabras claves:** potasio, rendimiento, rentabilidad, maíz

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**LA MANÁ EXTENSIÓN**

**TITLE: “AGRONOMIC RESPONSE OF POTASSIUM FERTILIZATION IN THE  
CULTIVATION OF CORN (*Zea mays*)”**

**Authors:**  
**Cruz Nieves Evelyn Elizabeth**  
**Zambrano Verdesoto Karla Katherine**

**ABSTRACT**

The research was carried out in the El Toquillal sector, La Maná Canton, Cotopaxi Province, with a duration of 120 days, the main objective of the research is to evaluate the agronomic response of potassium fertilization in corn (*Zea mays*) cultivation, in the project a completely randomized block design (DBCA) was used, with six treatments and five repetitions, the variables were the following: Plant height (cm), cob length (cm), cob diameter (cm), shelling index, cob weight per treatment (kg) and yield (kg / ha), each of the variables were subjected to the analysis of variance in order to determine the means that exist in the treatments, for which a Tukey test was applied at 5% probability. The best treatment was T6 180 kg/ha-1 in plant height (202.95 cm), loading height (99.15 cm), cob diameter (44.73 mm), shelling index (629 gr), cob weight per treatment (7.31 kg) and yield (9745 kg/ha), based on the results obtained we can say that potassium is one of the essential nutrients for corn production, in addition, it provides greater resistance to the stems, also, it helps to better preserve the structure that supports the cob, with regard to the economic analysis the best treatment was T6 180 kg/ha-1 with a total cost of \$937,10 a production of 9745 kg, a net profit of \$ 719,55 and a profitability of 77%.

**Keywords:** potassium, yield, profitability, corn

## INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORIA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN .....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
6. OBJETIVOS .....	5
6.1. OBJETIVO GENERAL .....	5
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	6
8. FUNDAMENTACIÓN TEORICA .....	7
8.1. Cultivo de Maíz .....	7
8.2. Origen del maíz .....	8
8.3. Distribución geográfica del maíz en Ecuador .....	8
8.4. Importancia del cultivo de maíz .....	9
8.5. Clasificación taxonómica del maíz .....	9
8.6. Características botánicas del maíz .....	10
8.6.1. Sistema radicular .....	10
8.6.2. Tallo .....	10
8.6.3. Hojas .....	10
8.6.4. Sistema floral .....	10
8.6.5. Grano .....	11
8.7. Requerimientos nutricionales .....	11
8.8. Requerimientos del cultivo .....	12
8.9. Labores culturales .....	13
8.10. Fertilización .....	15
8.10.1. Potasio .....	15

8.10.1.1. Funciones del potasio en las plantas.....	16
8.10.1.2. Época de aplicación del potasio.....	17
8.10.1.3. Deficiencia de potasio .....	17
8.11. Plagas del maíz .....	17
8.12. Enfermedades del cultivo de maíz.....	19
8.13. Antecedentes investigativos .....	21
9. HIPOTESIS .....	22
10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
10.1. Ubicación del experimento.....	23
10.2. Tipos de investigación .....	23
10.2.1. Investigación científica.....	23
10.2.2. Investigación experimental.....	23
10.2.3. Investigación descriptiva .....	23
10.3. Materiales y equipos .....	24
10.3.1. Características del material vegetativo empleado en la investigación describir .....	24
10.3.2. Características del producto empleado en la investigación .....	24
10.4. Tratamientos en estudio.....	25
10.5. Esquema del experimento.....	26
10.6. Diseño experimental .....	26
10.7. Esquema de análisis de varianza .....	26
10.8. Manejo del experimento .....	27
10.9. Variables evaluadas .....	27
10.9.1. Altura de planta .....	27
10.9.2. Altura de carga.....	28
10.9.3. Longitud de la mazorca .....	28
10.9.4. Diámetro de la mazorca.....	28
10.9.5. Índice de desgrane .....	28
10.9.6. Peso de mazorcas por tratamiento .....	28
10.9.7. Rendimiento kg/ha.....	28
10.9.8. Análisis económico.....	28
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	30
11.1. Altura de planta (cm).....	30
11.2. Altura de carga (cm).....	31
11.3. Longitud de la mazorca (cm).....	31
11.4. Diámetro de la mazorca (mm).....	32

11.5. Índice de desgrane (g).....	33
11.6. Peso de mazorcas por tratamiento (kg).....	34
11.7. Rendimiento kg/ha.....	35
12. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	36
13. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS) .....	37
14. PRESUPUESTO.....	38
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	39
16. BIBLIOGRAFÍA .....	40

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados .....	6
Tabla 2. Taxonomía del cultivo de maíz .....	9
Tabla 3. Características del material vegetativo empleado en el ensayo.....	24
Tabla 4. Características del producto empleado en la investigación.....	24
Tabla 5. Materiales y equipos.....	25
Tabla 6. Esquema del experimento.....	26
Tabla 7. Análisis de varianza.....	26
Tabla 8. Altura de planta (cm) en la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (Zea mays). .....	30
Tabla 9. Altura de carga (cm) en la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (Zea mays). .....	31
Tabla 10. Longitud de la mazorca (cm) en la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (Zea mays). .....	32
Tabla 11. Diámetro de la mazorca (mm) en la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (Zea mays). .....	33
Tabla 12. Índice de desgrane (g) en la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (Zea mays). .....	34
Tabla 13. Peso de mazorcas por planta (kg) en la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (Zea mays). .....	34
Tabla 14. Rendimiento kg/ha en la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (Zea mays). .....	35
Tabla 15. Análisis de entrada y análisis de salida de los nutrientes del suelo.....	36
Tabla 16. Análisis económico en la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (Zea mays) .....	36
Tabla 17. Presupuesto de la investigación.....	38

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

<b>Título del proyecto:</b>	Respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> )
<b>Fecha de inicio:</b>	Abril del 2024
<b>Fecha de finalización:</b>	Agosto del 2024
<b>Lugar de ejecución:</b>	Cantón La Maná, Recinto El Triunfo
<b>Facultad que auspicia:</b>	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
<b>Carrera que auspicia:</b>	Agronomía
<b>Proyecto de Investigación:</b>	Sector Agrícola
<b>Equipo de Trabajo:</b>	Cruz Nieves Evelyn Elizabeth Zambrano Verdesoto Karla Katherine Ing. Espinosa Cunuhay Kleber Augusto MSc.
<b>Área de Conocimiento:</b>	Agricultura, silvicultura y pesca
<b>Línea de Investigación:</b>	Tecnologías agrícolas
<b>Sublínea de Investigación:</b>	Tecnología para la agricultura

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El maíz es uno de los cultivos más importantes para la alimentación de los ecuatorianos ya que su producción provee la materia prima para la agroindustria y la alimentación humana. En la actualidad, la producción nacional está orientada principalmente a los tipos duro y suave de color amarillo, el rendimiento promedio del maíz amarillo duro, considerando dos ciclos de siembra, fue de 5.76 t/ha (Bayer, 2022).

El maíz es el principal cultivo transitorio por extensión que se siembra en el Ecuador, en el 2021 se sembraron 355 mil ha de este cereal con una producción estimada 1.38 millones de toneladas, de los cuales el 78 - 80% corresponde a maíz duro y entre 20- 22% a maíz suave, en la Costa y Amazonía se siembra el maíz de amarillo duro, especialmente híbridos, que tienen un rendimiento promedio de 4,64 t ha<sup>-1</sup>, en la Sierra se siembra mayoritariamente variedades de maíz de libre polinización de grano suave o harinoso, que tiene un rendimiento promedio de 0,82 t ha<sup>-1</sup> (Zambrano & Caviedes, 2022).

El potasio es uno de los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, en muchas ocasiones no le prestan atención como el N y P en los distintos sistemas de producción, el potasio es el catión que más requerimientos tiene por las plantas, por lo que se requiere en grandes cantidades para que la planta mantenga su vigor, uno de los roles que cumple el potasio, ayuda en un equilibrio interno de los cationes y aniones, ayuda también a la activación de las enzimas, translocación de fotosintatos y síntesis proteicas, el uso adecuado de este nutriente ayuda a mejorar la resistencia de las distintas plagas y enfermedades que pueden afectar a los cultivos (Mikkelsen, 2009).

Además, el potasio juega un papel fundamental en la nutrición vegetal ya que contribuye a una mejora de la calidad de las cosechas de cereales, hortalizas y frutas, ya que interviene en diversos procesos en todas las especies vegetales, por lo tanto, los fertilizantes potásicos más utilizado es el cloruro de potasio, sulfato de potasio y nitrato de potasio, mismos que aportan diferentes cantidades potasio a nuestros suelos y cultivos (Vitra, 2020).

El trabajo de investigación se realizó en el Cantón La Maná, sector el Toquillal, la investigación estará conformada por diseño de bloques completos al azar (DBCA), con seis tratamientos y cinco repeticiones, en el cual se busca conocer la respuesta económica y agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (*Zea mays*). Además, se evaluaron variables de gran importancia agronómica como son: altura de planta (cm), altura de carga (cm), longitud de

mazorca (cm), diámetro de mazorca (cm), índice de desgrane (g), peso de mazorcas por tratamiento (kg) y rendimiento (kg/ha).

### 3. JUSTIFICACIÓN

El maíz ocupa el tercer lugar a escala mundial entre los cereales más cultivados, después del trigo y el arroz, ya que se encuentra difundido en más países que cualquier otro cultivo y ha producido el más alto rendimiento por unidad de superficie que cualquier otro cereal. En Ecuador el maíz se cultiva sobre 520.000 Ha en todas sus provincias, en la costa la mayoría de la producción está sembrada con maíz duro, en tanto que en la sierra se cultiva maíz duro y suave (Badillo, 2016). En el litoral ecuatoriano es uno de los cultivos de mayor importancia socioeconómica, por el trabajo que proporciona a los agricultores en extensas áreas rurales, la siembra de híbridos es un factor fundamental para incrementar el rendimiento, sin embargo, no es el único factor que tiene impacto sobre la producción, por lo que se debe tener en cuenta otros factores como: la zona, condiciones climáticas, el manejo y labores agrícolas (manejo de malezas, fertilización, manejo integrado de plagas y enfermedades) (Villares, 2020).

Por lo que una buena fertilización es indispensable donde el potasio es el tercer elemento nutritivo de manera esencial en los organismos vegetales es reconocido como un elemento de gran movilidad, además crea presencia al activar relevantes reacciones enzimáticas. Este elemento fomenta en gran parte la actividad fotosintética además de acelerar el flujo de productos asimilados mejorando de esta forma la translocación de productos favoreciendo a los sistemas de proteínas, además de activar la fijación de nitrógeno atmosférico y a su vez mejora la efectividad en el consumo de agua (Aguilar, 2019).

Por lo tanto, el presente proyecto plantea estudiar la respuesta agronómica de la fertilización en el cultivo de maíz (*Zea mays*), los resultados obtenidos brindaran una alternativa que permita a los agricultores implementan nuevos métodos para mejorar su producción de maíz, además, la investigación brinda mayor conocimiento del uso del potasio y sus beneficios que presenta en el cultivo.

## **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

### **4.1. Beneficiarios directos**

La presente investigación tendrá como beneficiarios directos a los agricultores del El Triunfo, Provincia de Cotopaxi Cantón la Maná, mismos que podrán emplear estas recomendaciones de producción en sus cultivos durante su crecimiento y desarrollo.

### **4.2. Beneficiarios indirectos**

Los beneficiarios indirectos son los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, quienes, mediante la investigación y el ensayo, logran adquirir conocimientos reales que fortalecen lo teóricos en base a la práctica en campo realizada.

## **5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

Las practicas antrópicas realizadas alrededor del mundo han desembocado diversos problemas a nivel agrícola entre ellos la perdida de fertilidad, en cuanto a los intervalos de macronutrientes como es el caso del potasio (K) aplicados al maíz es una de las falencias que no permiten aprovechar la potencialidad de semillas certificadas, lo cual se complica aún más cuando no se utilizan los diseños adecuados para establecer dichos intervalos, las excesivas dosificaciones de nutrientes disminuyen su uso eficiente y crean potenciales problemas de contaminación ambiental, aplicaciones excesivas de fertilizantes han generado un efecto negativo, pudiendo disminuir su rendimiento en un 26 % cuando la dosis varia, en el caso del potasio, a pesar de que los requerimientos de este elemento por parte de este cereal comparativamente son menores que los de fósforo y nitrógeno, lo que sí se ha definido es un efecto simbiótico (Gavilánez & Gómez, 2021).

En Ecuador la mayoría de cultivos se ven afectados debido a problemáticas referentes a las condiciones topográficas o situaciones de peligro en cuanto a cambios climáticos, ya que los cultivos dependen de la lluvia o por el contrario afectaciones por inundación. Por consiguiente, esto afecta directamente su desarrollo, dando como resultado bajos rendimientos que afecta al agricultor, las personas dedicadas al maíz tienen afectaciones en sus cultivos por condiciones desfavorables en temporadas, esto debido al factor climático, lo que causa un bajo rendimiento y reducción de áreas de cultivo, por otro lado, los agricultores se sienten estancados por falta conocimiento en asistencia técnica, producción, comercialización y financiamiento, por lo que los productores necesitan tener buena asesoría, con el fin de evitar pérdidas económicas, debido

a que el cultivo requiere de altos gastos en mano de obra, transporte, como también altas tasas de interés en especial del sector privado (Quezada, 2021)

En el cantón La Maná, pese a ser un sector que se dedica a la agricultura, donde se puede encontrar diversos cultivos incluido el maíz, en el sector la falta de información en la producción de maíz se ve reflejada en la poca producción que presentan los diferentes productores, esto se debe a que no realizan un buen manejo del cultivo y desconocen sobre los beneficios que presenta una buena aplicación de potasio, para el incremento del rendimiento del maíz, por esta razón el presente proyecto busca dar alternativas para que los agricultores puedan producir este cultivo de la mejor manera, mismo que se plantea el tema respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

### **6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la respuesta agronómica del cultivo de maíz con cinco niveles de fertilización potásica
- Determinar el efecto de la fertilización potásica en la producción del cultivo de maíz.
- Realizar un análisis económico entorno a los tratamientos

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1.** Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

<b>OBJETIVO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>
Determinar la respuesta agronómica del cultivo de maíz con cinco niveles de fertilización potásica	Registro de variables, comprobar la eficacia de los niveles de potasio	de Variables como, altura de planta, número de hojas, numero de mazorcas	Libro de campo Fotografías
Determinar el efecto de la fertilización potásica en la producción del cultivo de maíz.	Aplicación edáfica de potasio  Toma de datos en torno a la producción de maíz	Registro de datos sobre rendimiento del cultivo de maíz	Libro de campo Fotografías
Realizar un análisis económico entorno a los tratamientos	Realizar un análisis económico de las dosis de potasio implementados en la investigación	Análisis de los costos de producción Análisis beneficio/costo	Libro de campo Análisis estadístico de los resultados

Elaborado por: Cruz & Zambrano (2024)

## 8. FUNDAMENTACIÓN TEORICA

### 8.1. Cultivo de Maíz

El cultivo de maíz (*Zea mays*) es una gramínea anual, considerada como una de las primeras plantas sembradas hace alrededor de 10000 años, formando parte de la cultura agrícola de muchos los pobladores de la región de las Américas, en diferentes zonas se cultiva en dos ciclos: primavera-verano y otoño-invierno, Para sostener la producción de maíz y otros cultivos se han planteado dos estrategias en las regiones donde aún se practica la agricultura de roza-tumba y quema, que están orientadas a incrementar la producción por unidad de superficie y mantener la superficie cultivada mediante una disminución del periodo de barbecho o descanso de la tierra. (Pérez & Álvarez , 2021).

En la actualidad su cultivo se ha extendido a muchas de las regiones templadas y cálidas del mundo, importante como planta alimenticia es también excelente forrajera y tiene numerosas aplicaciones industriales, los incas también lo consumían tierno, asados sobre la brasa, en Europa la introdujeron los españoles y los portugueses, donde su desarrollo y extensión de cultivo no han cesado de aumentar, si bien su empleo principal es el alimento del ganado (Morales G. , 216).

En Ecuador el maíz es un cultivo de mucha importancia económica, se lo puede encontrar en la costa, sierra y la región de la Amazonia bajo diferentes condiciones de temperatura, humedad, precipitaciones, luminosidad y suelo, por ello es necesario contar con diferentes variedades que se adapten a las condiciones antes mencionadas, donde podemos encontrar cultivares como chaucho, huandango, mishca, chillos, blanco blandito, cuzco ecuatoriano y sima. Por su parte, en la Costa se cosechan los que presentan granos duros, ya sean amarillos o blancos (Chaqui, 2013).

Los estudios sobre las características morfológicas de esta especie señalaron la presencia de tres tipos de raíces, las seminales, que se desarrollan a partir de radicales y perduran durante un amplio período. Las adventicias, que se forman a partir de los nodos inferiores del tallo por debajo del nivel del suelo, estas son conocidas como activas o sostén, producidas por dos nudos inferiores (Chatanaxi, 2016)

## 8.2. Origen del maíz

La evidencia más antigua del maíz proviene de diferentes sitios de México, donde estudios arqueológicos informaron la presencia de pequeñas mazorcas de maíz estimadas en más de 5 000 años de antigüedad, las que fueron encontradas en cuevas donde habitaron primitivos, por otra parte, se destaca como el cereal más importante en la alimentación de todo el planeta, por lo que se considera al maíz como el cultivo que más se cosecha en el mundo con 170 naciones y más de 200 millones de hectáreas cultivadas (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2020).

Es un cultivo muy significativo ya que se utiliza ampliamente para la elaboración de alimentos balanceados, fundamentalmente para aves y cerdos, así como para la elaboración de diversos alimentos de consumo humano, por lo que sin duda es una amplia fuente de empleo para pequeños y medianos productores, en Ecuador se cultiva cerca de 6500 años atrás. Así, varias investigaciones notificaron que, en poblaciones como Santa Elena, las antiguas culturas como Las Vegas cosechaban la *Poacea*, lo cual señaló el inicio de una naciente agricultura (García *et al.* 2019).

## 8.3. Distribución geográfica del maíz en Ecuador

El cultivo de maíz se encuentra distribuido en todo el país, en la Sierra se reconocen tres grandes zonas, de acuerdo con los tipos de grano que se cultivan en cada una de ellas; estas zonas son: Norte, que comprende las áreas maiceras de Carchi, Imbabura, Pichincha y Cotopaxi, donde predomina el cultivo de maíz blanco cuya finalidad es la alimentación humana, en las provincias de Azuay, Cañar y Loja, se puede encontrar la variedad Zhima, es importante señalar que estos materiales sembrados a lo largo de la Sierra ecuatoriana pertenecen a una gran diversidad genética nativa de maíz (diecisiete razas de maíz criollas). Mención particular hay que hacer a Loja en cuyos valles tropicales de los cantones Pindal, Céllica y Zapotillo se cultiva el maíz amarillo duro en una superficie de alrededor de 20 000 ha, mismo que es procesado para la elaboración de balanceados para las aves (Coral, 2017).

En el litoral se siembra maíz hasta los 1 200 msnm; en cambio, en la Sierra la siembra se realiza en valles y laderas con alturas de entre 1 800 a 2 900 msnm, siendo este utilizado, en la alimentación animal como forraje para ganado ovino, bovino y equino, los granos amarillos

duros sirven para la preparación de alimentos, principalmente en la industria avícola, también en la elaboración de concentrados para la crianza de cerdos y especies menores (Chaqui, 2013).

#### 8.4. Importancia del cultivo de maíz

El maíz (*Zea mays* L.) es una planta C4 con una alta tasa de actividad fotosintética, teniendo el más alto potencial para la producción de carbohidratos por unidad de superficie por día. Fue el primer cereal sometido a rápidas e importantes transformaciones tecnológicas en su forma de cultivo, tal como ha sucedido con la aparición de los híbridos. El éxito en los avances tecnológicos del cultivo de maíz estimuló una revolución agrícola generalizada en muchas partes del mundo. (Simón & Golik, 2022)

Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y el segundo, después del trigo, en producción total. Es considerado de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano (uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen), como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. (Sistema Integrado de Información Agropecuaria [SIIA], 2015).

El maíz (*Zea mays* L) es uno de los cultivos más importantes para la alimentación de los ecuatorianos ya que su producción provee la materia prima para la agroindustria y la alimentación humana. (Caviedes, 2019)

#### 8.5. Clasificación taxonómica del maíz

En el siguiente cuadro se presenta la siguiente clasificación taxonómica:

**Tabla 2.** Taxonomía del cultivo de maíz

<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>División:</b>	Angiospermae
<b>Clase:</b>	Monocotyledoneae
<b>Orden:</b>	Poales
<b>Familia:</b>	Poaceae
<b>Género:</b>	<i>Zea</i>
<b>Especie:</b>	<i>Z. mays</i>

Fuente: (Cabrerizo, 2012)

## **8.6. Características botánicas del maíz**

Según Saavedra(2015), El maíz es una especie que se clasifica botánicamente de la siguiente manera:

### **8.6.1. Sistema radicular**

Es de forma fasciculada, se observan sistemas radiculares fibrosos que sirven de anclaje a la planta, llegan a medir de diez centímetros a catorce centímetros al sufrir de estrés hídrico (Rangel *et al.* 2019)

### **8.6.2.Tallo**

Tiene una forma erecta, cilíndrica, sólido con diferentes tamaños, se encuentra formado aproximadamente por diez a doce entrenudos, es el encargado de transportar los nutrientes a la planta, y es el eje principal de sostén para las hojas (Urrego, 2017)

### **8.6.3.Hojas**

Las hojas están dispuestas en dos hileras y alternas, estas nacen de las yemas que se encuentran en los nudos de sus tallos, los cuales están constituidos por nudos y entrenudos. Se destaca que el maíz tiende a ser protándrica, o sea que las llamadas flores masculinas o estaminadas suceden antes de la formación de la conocida como femenina o pistiladas, así se define entonces a este cultivo como alógamo. Esto significa que posee una polinización cruzada, la cual es causada por el viento. Asimismo, añadir que es un cultivo diploide, ya que cuenta con sus células somáticas que poseen 20 cromosomas (Cabrera, 2020)

### **8.6.4.Sistema floral**

Consta de dos aparatos florales, ubicados en la misma planta de forma separada. La planta de maíz es monoica y alógama (reproducción por sí sola). Tiene una panoja que se encuentra ubicada en la parte superior del tallo y la espiga verdadera entre los nudos del tallo, ambas inflorescencias masculinas y femeninas sirven para la fecundación y fructificación de la planta (Guzman et al. 2017).

### **8.6.5.Grano**

Consta de un eje de inflorescencia donde se alojan los granos (fruto-semilla) llamada tusa. La mazorca de maíz, es formada por la transformación que sufren las hojas para cubrir la inflorescencia y tienen un tamaño variado (Morales, 2014)

### **8.7. Requerimientos nutricionales**

Se estima que el cultivo de maíz exige el siguiente requerimiento nutricional: 187 kg/ha de N, 38 kg/ha de fósforo, 192 kg/ha de potasio, 38 kg/ha de calcio, 44 kg/ha de magnesio, 22 kg/ de azufre, 0,1 kg/ha de cobre, 0,3 kg/ha de zinc, 0,2 kg/ha de boro, 1,9 kg/ha de hierro. Esta exigencia debe ser suplida a lo largo de todas las etapas fenológicas del cultivo, para aquello se debe realizar un buen plan de fertilización, el cual también debe estar de acorde con un análisis de suelo y respectivamente con las exigencias nutritivas del cultivo, esto ayudara a reducir gastos innecesarios, además evitaría el exceso de ciertos elementos y también prevendría la salinidad del suelo, factor que limita la producción del cultivo (Flores, 2020).

Se presenta problemas de toxicidad de Al y Mn cuando el pH es inferior a 5,5. Adicionalmente, se limita la disponibilidad de fósforo y magnesio, mientras que, a pH superior de 8 se tiene escasas de hierro y zinc. El pH es el factor del suelo que más influye en el crecimiento y producción del cultivo de maíz (Bonilla & Singaña , 2019).

El potasio (K) es importante como nutriente, se considera esencial para las plantas, en grandes cantidades interviene de forma efectiva en el crecimiento y la reproducción de las mismas, afecta la forma, tamaño, sabor y color de la planta y a otras variables atribuidas a las características de los frutos (Jara, 2019).

La deficiencia de potasio provoca acortamiento de los entrenudos del tallo, acaparamiento de la planta y pérdida generalizada del color verde oscuro del follaje, en situaciones de carencia muy dura, se despliegan franjas rojas sobresalientes en la parte baja del tallo y la vaina de la hoja (Armijo & Umajinga , 2023).

Otro estudio notificó que este mineral es importante para lograr el vigor de los tallos en el maíz, y el buen crecimiento de la parte aérea, por esto se considera vital en el crecimiento del cultivo, pues, un déficit de potasio se refleja en la marchites de los bordes de las hojas inferiores,

además, causa debilidad de las raíces y los tallos, que en muchas ocasiones impiden la madurez (Ochoa, 2008).

Según Coral (2017), la fertilización química debe efectuarse de acuerdo a las características de la zona de producción, para ello, es necesario realizar el análisis químico del suelo por lo menos dos meses antes de la siembra, sin embargo, la mayoría de agricultores no realizan ningún análisis de suelo. Algunos agricultores realizan fumigaciones extras con fertilizantes foliares al momento de reventar la flor masculina para mejorar el desarrollo de la mazorca.

## **8.8. Requerimientos del cultivo**

### **8.8.1. Clima**

La FAO (2012), notificó que el cultivo de esta especie requiere temperaturas que oscilan entre 15 y 30 °C, aunque puede tolerar mínimas de 8°C. Se destaca que a partir de los 30 grados suelen aparecer problemas de mala absorción de nutrientes, específicamente de minerales y el agua. Esta planta se puede cultivar entre los 2200 a 3100 msnm, en climas templado y tropical, demanda de buena luz solar para alcanzar un desarrollo adecuado.

Otros elementos de gran importancia para el crecimiento del vegetal lo constituyen sin duda la radiación solar y la iluminación. Estos son factores promotores de las síntesis de diferentes compuestos de la planta por medio de la fotosíntesis. La literatura refiere que para el desarrollo de la planta se necesita una iluminación, por ejemplo, de 1000 a 1500 micro watts  $\text{cm}^{-2}$  ( $\mu\text{W cm}^{-2}$ ) (Inga, 2020)

Por otra parte, demanda lluvias entre 600 a 700 mm, durante su ciclo de desarrollo, modificando sus necesidades en dependencia de la etapa donde se encuentre. Cuando está en crecimiento vegetativo, necesita mayor cantidad de agua, y se encomienda efectuar riegos adicionales, entre 8 y 10 días antes de la florescencia, y así sortear el estrés hídrico. El período de floración es el más crítico, porque de ella depende el llenado del grano, por eso es necesario, mantener la humedad, para tener una buena polinización, y un llenado total. Así, el maíz se siembra entre los 0 y 3,500 m.s.n.m., se adapta diversos suelos, entre los idóneos aparecen: los francos, fértiles, con buen drenaje, profundos y con buena detención de agua (Deras, 2012).

## **8.8.2. Suelos**

Previamente para el establecimiento del cultivo se realiza labranza en el suelo con el fin de tener un buen drenaje y que las raíces tengan buena aeración, este laboreo también permite mejorar la capacidad de campo del suelo, si hay proliferación de malezas estas deben ser cortadas, luego de 15 días se debe aplicar herbicida para evitar rebrote de la maleza. Las plantas de maíz crecen en pH de 5,5 a 7,8, factor edáfico que influye directamente en la biodisponibilidad de nutrientes (Deras F. , 2020)

La literatura refiere que la siembra adecuada en suelos como los antes descritos, permiten una germinación adecuada, con plántulas más fuertes y se obtiene mazorcas llenas con granos de calidad. Así, otro estudio refiere que este cultivo se adapta a todos tipos de suelo. También requieren suelos profundos, ricos en nitrógeno lo hace mejor en aquellos con pH entre 6 y 7, que posean además buena circulación del drenaje para no causar anegues que causen asfixia radicular (Sanchez *et al.* 2017)

Se presentan problemas de toxicidad de Al y Mn cuando el pH es inferior a 5,5. Adicionalmente, se limita la disponibilidad de fósforo y magnesio, mientras que, a pH superior de 8 se tiene escasez de hierro y zinc. El pH es el factor del suelo que más influye en el crecimiento y producción del cultivo de maíz (Bonilla & Singaña, 2019)

## **8.9. Labores culturales**

### **8.9.1. Preparación del suelo**

Para una siembra exitosa de maíz choclero, el terreno debe estar mullido, sin terrones ni champas, de modo que la máquina distribuya la semilla a una profundidad uniforme y asegurando una emergencia pareja. Lo anterior tiene gran importancia, porque el maíz es muy sensible a la falta de humedad en esta etapa, y como los terrones o champas no permiten una siembra pareja, los granos que quedan sobre la superficie, no logran germinar con éxito y facilitan su consumo por los pájaros. Por otra parte, una preparación de suelo apropiada a las condiciones del terreno, genera el inicio de un buen control de malezas, debido a que trae semillas de malezas anuales de la profundidad del suelo éstas germinan y son destruidas con labores posteriores. (Saavedra & Quijada, Preparación y manejo de suelos, 2015).

### 8.9.2. Siembra

Según Yanez *et al.* (2013), para la siembra se debe disponer de semilla de buena calidad, la misma que debe ser adquirida en centros autorizados o en las Estaciones Experimentales del INIAP, en donde se siguen todos los procesos necesarios para la producción de semillas, para mantener su pureza genética y conservar las características agronómicas propias de la variedad. Se requiere de 30 kg/ha, mencionan dos sistemas de siembra:

- **Solo:** Dos semillas por sitio distanciados a 0,80 m entre surcos y a 0,50 m entre sitios, o una semilla cada 0,25m.
- **Asociado con frejol trepador:** Tres semillas de maíz y dos de fréjol distanciados a 0,80 m entre surcos y 0,80 m entre sitio.

Según lo establecido por el Manual Agropecuario la semilla debe tener calidad necesaria para garantizar una óptima producción. Así, la densidad de siembra dependerá del clima y las variedades. En el caso de híbridos se utiliza de 15 a 20 kg/ha y se siembra a una distancia de 75 a 100cm entre surco y de 20 a 25cm entre plantas. La profundidad estará en dependencia de la composición del suelo, alcanzando hasta 10 cm en suelos arenosos, siete en los arcillosos, y cinco cuando son húmedos (INFOAGRO, 2012)

### 8.9.3. Control de maleza

El control de malezas es una parte esencial en la producción de maíz, ya que estas compiten con el cultivo por luz, nutrimentos y agua, lo que reduce el rendimiento y calidad del grano. Además, su presencia dificulta la cosecha mecánica y son hospederos de plagas y enfermedades. Ahora se sabe que para evitar reducciones en el rendimiento se debe mantener al cultivo libre de malezas de 4 a 6 semanas después de la siembra. Es fundamental controlar las malezas a tiempo, ya que a medida que crecen, las alternativas de control se reducen y los costos se incrementan. Conocer el momento de mayor incidencia de malezas en el cultivo es un aspecto importante para llevar a cabo los métodos de control que conforman el manejo integrado de malezas. Uno de los más usados es el control químico, basado en el uso de herbicidas. Su uso exige conocimientos técnicos para la elección y aplicación eficiente y oportuna del producto (Intagri,2016).

#### **8.9.4. Raleo**

Esta práctica se realiza cuando el cultivo tiene unos 40 cm de altura. Cuando las plantas llegan a los 40 o 50 cm de altura, se produce a eliminar el exceso de población, quitando las manos vigorosas y asegurando en lo posible la separación entre las matas. Una vez hecha la labor, se aplica el fertilizante nitrogenado, de acuerdo al sistema de siembra y se aporca el cultivo. (Díaz C. , 2012)

#### **8.9.5. Cosecha**

La recolección del fruto se lo llega a realizar cuando el grano se encuentra en estado fresco, esto se lo efectúa con el fin que puede ser consumido por humanos en preparados de diferentes platos típicos, mientras que se cosecha en estados seco para fines agrícolas como para un nuevo periodo de siembra (Reyes *et al.* 2009) esto se lo realiza cuando ya el fruto haya alcanzado su madurez fisiológica, esta actividad se la efectúa de forma manual donde el fruto es depositados en sacos, cabe de recalcar que el grano no debe contener alta humedad debido a que esto puede hacer que en su conservación se deteriore o prolifere el crecimiento de un hongo

#### **8.10. Fertilización**

Antes de realizar la siembra de cualquier cultivo, es importante analizar el suelo para determinar su composición química, y en dependencia de esto seguir las recomendaciones que se emiten. Sin embargo, para el caso del maíz, si la cosecha es para grano seco se indica aplicar: en suelos de fertilidad intermedia N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, con dosis de 80 y 40 kg/ha, respectivamente, para esto se recomienda utilizar dos sacos de 18-46-0 más tres de urea, así también se puede aplicar tres de formula completa 10-30-10 más tres de urea. La fertilización se debe aplicar en el momento de la siembra a chorro continuo, y en el fondo del surco. Se recomienda fragmentar el nitrógeno; 50% al inicio de la siembra, y el resto después de 45 días. Esto se aplica en banda lateral a 10 cm de las plantas e incorporándolo cuando se realice el aporque (Armijo & Umajinga , 2023).

##### **8.10.1. Potasio**

El potasio (K) es importante como nutriente, se considera esencial para las plantas, en grandes cantidades interviene de forma efectiva en el crecimiento y la reproducción de las mismas. Afecta la forma, tamaño, sabor y color de la planta y a otras variables atribuidas a las características de los frutos. La deficiencia de potasio provoca acortamiento de los entrenudos

del tallo, acaparamiento de la planta y pérdida generalizada del color verde oscuro del follaje. En situaciones de carencia muy dura, se despliegan franjas rojas sobresalientes en la parte baja del tallo y la vaina de la hoja. Otro estudio notificó que este mineral es importante para lograr el vigor de los tallos en el maíz, y el buen crecimiento de la parte aérea, por esto se considera vital en el crecimiento del cultivo. Pues, un déficit de potasio se refleja en la marchites de los bordes de las hojas inferiores. Además, causa debilidad de las raíces y los tallos, que en muchas ocasiones impiden la madurez (Ochoa, 2008).

El potasio favorece la síntesis de hidratos de carbono en las hojas y moviliza estas sustancias a los órganos de reserva, además interviene en la asimilación de la clorofila por lo que desempeña un papel importante en la fotosíntesis. El potasio desempeña un papel importante en la economía del agua en la planta, además es activador de muchas enzimas. El potasio en las plantas brinda resistencia en las sequías, ya que disminuye la transpiración por su efecto osmótico, regula la apertura y cierre de las estomas. Cuando se combinan con el fósforo brinda mayor rigidez a los tejidos y favorece el desarrollo de las raíces. El potasio estimula la actividad de la invertasa, peptasa y catalasa, promueve la formación y translocación de azúcares y da resistencia a enfermedades, Las raíces absorben al potasio en forma iónica  $K^+$ , en la planta se moviliza desde las hojas viejas hacia las hojas jóvenes. La deficiencia de potasio ocasiona disminución del porcentaje de sacarosa y causa engrosamiento en las áreas afectadas, además provoca a que los tallos sean más delgados, El potasio es esencial para el crecimiento de las plantas, las cantidades de potasio absorbidas por los cultivos son casi tan grandes como las del nitrógeno. En las raíces hay menos acumulación de potasio (2.81 kg K ha). Los fotoasimilados se distribuyen de acuerdo a la siguiente jerarquía fisiológica: “semillas, frutos carnosos, los meristemas y las hojas, el cambium y raíces (Quispe, 2019).

#### **8.10.1.1. Funciones del potasio en las plantas**

La cantidad de potasio en el suelo es mínima y rápidamente es absorbido por las plantas por estar inmediatamente disponible, cuando el potasio es absorbido y extraído por las plantas, es renovado y restituido inmediatamente por la cesión de formas menos fácilmente accesibles ubicadas en las zonas de adsorción de los coloides minerales y orgánicos del suelo, el proceso de adsorción-desorción es el que repone y equilibra la concentración de potasio de la solución del suelo, cuando la concentración potásica de la solución ha disminuido hasta un mínimo es liberado de las Inter láminas de las arcillas para reponer el potasio de la solución del suelo, ante la fuerte extracción de potasio por los cultivos, el potasio no intercambiable juega un papel

fundamental en la nutrición potásica cuando la forma intercambiable es insuficiente, pero es importante aclarar que el potasio no intercambiable pasa a la solución con mucha menor velocidad que el intercambiable (Intagri, 2017).

#### **8.10.1.2. Época de aplicación del potasio**

Para una mejor nutrición, el potasio debe ser aplicado en dos fases: en la presembrado o siembra del 50 al 75%, en la segunda fase se debe aplicar en el primer fraccionamiento antes de V6 de un 25 al 50% (Arango, 2022).

#### **8.10.1.3. Deficiencia de potasio**

Investigaciones han demostrado que la deficiencia de potasio puede resultar en plantas más cortas. En este estudio encontraron que una adecuada fertilización potásica aumentó significativamente las alturas de las plantas, la deficiencia de potasio también ocasiona que las plantas presenten un menor índice de área foliar, las plantas con deficiencia de potasio presentan la mayoría de sus hojas más estrechas y más cortas en relación a las hojas de plantas con suficiente potasio, y por ende la superficie total es mucho menor con deficiencia de potasio. Un estudio mostró que las hojas 5-7 fueron las más afectadas por la deficiencia de potasio y además redujeron en su longitud aproximadamente un 25 %, estos efectos también fueron observados para el ancho de hoja, por otro lado, el acame en maíz es un problema asociado a diferentes causas, y una de ellas es precisamente la deficiencia de potasio, la deficiencia de potasio conducía a una aceleración de la ruptura de las células del parénquima en las raíces de la armadura, lo cual causaba la desintegración de las células del parénquima en el tallo (Scott, 2010).

### **8.11. Plagas del maíz**

#### **8.11.1. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)**

Se considera que este insecto plaga aparece en el periodo vegetativo del cultivo, específicamente entre los 21 a 30 días después de la siembra, las hembras se ocultan entre las malezas y el follaje de las plantas, estas depositan alrededor de tres mil huevos (Yáñez, 2010)

Los primeros daños que produce cuando el insecto está en estado larvario, estos daños se presentan con una fisionomía de manchas blancas que recubre la parte superior de las hojas, de

allí las larvas se dispersan hasta llegar el cogollo de la planta, especialmente estas se sitúan en el interior donde comienza alimentarse de los tejidos tiernos de las hojas (Eguez *et al.* 2012)

El control de este insecto plaga se puede realizar de forma biológica como remover el suelo cuya actividad interfiere en la destrucción de los huevos, larvas y pupas, así como dejarlo expuesto al sol y disposición a los animales, también el control de malezas evitara que este insecto se reproduzca debido que estas plantas no deseadas son especialmente hospederas en ausencia o presencia del cultivo de maíz (Bonilla & Singaña, 2019)

El tratamiento químico que se utiliza es que se sumerge la semillas en sustancias que poseen efectos de insecticidas, además en presencia del insecto se recomienda aplicar en cloripitifos o detalmetrina, sustancias que deben ser aplicadas directamente en el follaje, su empleo se debe realizar cuando haya una incidencia de 15 %, se recomienda que en diferentes épocas rotar los mecanismos de acción de los insecticidas (Yáñez, 2010)

#### **8.11.2. Barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*)**

Los estadios adultos son insectos que tiene una longitud promedio de 17 mm, las hembras depositan aproximadamente 400 huevos, pero estos se presentan en forma de masas donde unos 30 huevos son protegidos por una escama de color blanco amarillamiento, las larvas tiene una longitud de 2 mm, presenta un color blanco con negro, estas se alimentan del 12 parénquima de la hoja, esta forma galerías en el nudo y entrenudo de los tallos, el daño presenta una coloración roja oscura (Eguez *et al.* 2012).

Se considera que las poblaciones de este insecto se elevan desde que se siembra hasta cuando cosecha al maíz, lar larvas presenta daños severos por todos los tejidos parenquimáticos, es decir dentro de los tallos producen una forma de galería, esto a las plantas les produce una reducción de sus crecimientos o debilita su fortalecimiento, lo cual las dejassusceptibles y por la acción del viento se genera volcamientos. Se recomienda el control biológico como un método eficaz para erradicar esta plaga, específicamente se utiliza moscas parasitas (Yáñez, 2010)

#### **8.11.3. Gusano de alambre (*Agriotes spp*)**

Los gusanos de alambre se presentan en casi todas las zonas productoras de maíz en el mundo. En América se distribuyen desde Alaska hasta el sur de Argentina. (Zurita *et al.* 2014).

Las larvas son insectos – plagas típicas del suelo que aparecen especialmente al comienzo del ciclo vegetativo del maíz. Consume el interior del grano cuando se encuentra en proceso de germinación. Estos gusanos devoran las raíces de las plantas jóvenes y pueden dañar hasta el punto de producir manifestaciones de marchitez y consecuentemente la muerte de las plantas. (Iniap, 2023)

El género *Agriotes* spp., se alimenta de semillas recién germinadas, raíces y plántulas de maíz. Las larvas se alimentan de líquidos y la digestión es extraoral, y en general presentan de 3 a 5 estadios larvales, que toman de 2 a 5 años en desarrollarse, dependiendo de la calidad y la disponibilidad del alimento, algunas especies de pequeño tamaño pueden completar su ciclo de vida en 2 años. Sin embargo, si las condiciones no son las adecuadas, puede extenderse hasta 5 años (Vyavhare & Kerns, 2017)

## **8.12. Enfermedades del cultivo de maíz**

### **8.12.1. Roya del maíz (*Puccinia sorghi* Schwein)**

Esta enfermedad solo afecta al maíz si bien el patógeno que ocasiona la enfermedad es *Puccinia sorghi* Schwein. Es una enfermedad endémica en la región maicera núcleo del país, causada por un patógeno policíclico, presentándose con distintos grados de severidad dependiendo del material genético utilizado, del patógeno y de las condiciones ambientales. Normalmente la infección ocurre un poco antes de la floración siendo más grave en siembras tardías. Afecta a las vainas y láminas produciendo pústulas errumpentes alargadas de color herrumbroso oscuro (canela) en el haz y en el envés de las hojas. Se distribuyen en bandas en el centro de las hojas. Al final del ciclo del cultivo se observan pústulas más oscuras, casi negras, conteniendo teliosporas (Formento, 2010)

Para el manejo se recomienda: uso de resistencia genética. En la campaña 2013/2014, los máximos valores de severidad de roya en híbridos de maíz fueron de 10% aunque en años previos han alcanzado el 25% con diversos cultivares con porcentajes muy bajos de lesión. Asimismo, es importante la aplicación de fungicidas foliares entre panojamiento y emergencia de estigmas en los cultivares con susceptibilidad. Los umbrales de control se encuentran entre 3 y 5% en los estadios V8-V10 en las hojas cercanas a la espiga (Canale *et al.*, 2011).

### **8.12.2. Carbón del maíz (*Ustilago maydis*)**

Es causado por el hongo biotrófico *Ustilago maydis* (DC.) Corda, que produce agallas en cualquier tejido aéreo (espigas, tallos, hojas y panojas), especialmente en tejidos embrionarios. Todos los tejidos meristemáticos son susceptibles. Cuando el ataque se produce en plantas jóvenes en activo crecimiento las agallas se desarrollan debajo de la superficie del suelo pudiendo ocasionar enanismo o la muerte. Los granos, generalmente de la punta de la espiga, quedan sustituidos por bolsas o agallas blancas cerradas (hiperplasia) que en su interior contienen teliosporas y con el tiempo se deshidratan y se abren liberando las masas carbonosas negras de esporas. El patógeno sobrevive en rastrojo y suelo como teliosporas. (Carmona *et al.* 2012)

Las condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad son tiempo húmedo y lluvioso, heridas por granizo o vientos, ya que éstas inducen la división celular y por lo tanto estos tejidos quedan predispuestos al ataque del patógeno, y condiciones de estrés en el período crítico. Esto último es debido a que generan una desincronización en la liberación del polen y la aparición de los estigmas por lo que son menos las flores fecundadas y quedan más estigmas susceptibles de ser atacados por el hongo, ya que es uno de los sitios de ingreso del patógeno. (Estrada, 2021)

La enfermedad produce pérdida de rendimiento y disminución de la calidad de los granos. Para el manejo de la enfermedad se recomienda la siembra de genotipos resistentes, mantener una fertilización equilibrada y minimizar los daños mecánicos o daños por insectos. Las rotaciones no son efectivas porque el hongo permanece viable en el suelo por varios años (Estrada, 2021)

### **8.12.3. Mildiu del maíz (*Peronosclerospora sorghi*)**

El Mildiu del maíz es causado por un hongo que aparece como manchas blancas, amarillas y grisáceas en las hojas del maíz. Esta fitopatología es también conocida como enfermedad de la hoja, no obstante, también afecta el tallo y se manifiesta como áreas marrones o necróticas en los tallos, así como en las hojas. (Jacto, 2023)

Los síntomas y la magnitud del mildiu dependerán del momento de la infección primaria, que es sistémica con un marcado desequilibrio hormonal; ésta, ocurre desde la germinación hasta 3 o 4 semanas después, a partir de oosporas (estructuras de resistencia) presentes en el suelo o en semillas. Las infecciones secundarias se producen a partir de las fructificaciones asexuales

(esporangios) que se dispersan por el viento a plantas vecinas. Si la infección es temprana, las plantas pueden morir, poseer menor altura y malformaciones como retorcimientos y filodias (estructuras similares a hojas) en panojas y en menor medida, en espigas. También se observaron ramificaciones en distintos nudos de la planta con espigas rudimentarias con estructuras de flor masculina en la parte superior. (Formento & Pautasso, 2023)

Existen escasas técnicas validadas para el manejo de los mildius en maíz, sin embargo, las más importantes estarían asociadas como en todo el mundo, con resistencia genética (un solo gen), tratamiento de las semillas con determinados fungicidas, rotación entre 2 y 5 años (sobrevivencia de oosporas) sin gramíneas estivales, fertilización nitrogenada (urea, sulfato de amonio y superfosfato triple) y lavado de la maquinaria a la salida de lotes infectados y previamente a la entrada en lotes libres de la enfermedad. (Castellanos *et al.* 2010)

### **8.13. Antecedentes investigativos**

La investigación llevada a cabo en la localidad de Figueroa, Calceta, Manabí, donde evaluaron la efectividad agronómica y económica de la fertilización líquida en maíz blanco bajo condiciones de secano, en el cual se probaron tres técnicas de fertilización: granulada, líquida inyectada, y líquida en drench, en la investigación se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos, cinco repeticiones y 20 unidades experimentales, dando como resultado que el método que mejor producción de mazorcas fue la fertilización inyectada, por lo que la fertilización líquida muestra ser eficiente en la nutrición de maíz cuando las condiciones ambientales no proporcionan la humedad de suelo suficiente para la disolución de los fertilizantes (Solis, 2022).

Por otro lado, un estudio realizado en la facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias de la Universidad Estadual Paulista, busco evaluar diferentes dosis de potasio (K) (0, 50, 100, 150, 200 y 250 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), sobre la productividad del maíz superdulce ‘GSS 41243’, principal cultivar utilizado por la agroindustria en São Paulo, Brasil. El cultivo fue establecido en suelo tipo Rhodic Hapludox con altos niveles de K(resina) disponible (4,2 mmolc dm<sup>-3</sup> de K intercambiable), el aumento en las dosis de K no influyó sobre las productividades total, comercial y de granos, rendimiento de granos, longitud y diámetro de la mazorca, o en la concentración foliar de K. Por tanto, en el suelo tipo Rhodic Hapludox con 4,2 mmolc dm<sup>-3</sup> de K, se puede prescindir de la fertilización potásica en el maíz superdulce ‘GSS 41243’ (Meneses *et al.* 2017).

La investigación realizada por Grefa (2021), tuvo como objetivo evaluar el efecto en rendimiento de la fertilización y distancia de siembra del maíz blanco harinoso tipo Chazo, determinando el mejor plan de fertilización. El estudio se hizo entre los meses de agosto y marzo en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, Ecuador; utilizando un diseño experimental en Parcela Dividida, con tres repeticiones. La siembra se realizó de forma manual y la cosecha se hizo en grano seco, donde la fertilización al 100% (135 kg N, 30 kg P, 100 kg K, 18 kg Ca, 18 kg Mg, 24 kg S) fue superior al resto de tratamientos, mientras que el análisis de varianza para la variable rendimiento determinó que no existieron diferencias estadísticas para distancias de siembra y la interacción entre los factores; sin embargo, se identificaron diferencias significativas para la fertilización al 100%.

Otros estudios señalan que el maíz (*Zea mays*) es un cultivo de consumo cultural desde épocas precolombinas, donde las variedades utilizadas requieren estudios de fertilización y nutrición para mejorar la calidad de las mazorcas, por lo tanto, la presente investigación busca evaluar en la variedad de maíz J-Sáenz, el efecto de dosis crecientes de nitrógeno y potasio, en combinación con tres densidades de siembra, dicha investigación fue llevada a cabo en la Finca Experimental de Santa Cruz, Universidad de Costa Rica, donde se evaluaron tres dosis de N (100, 200, 300 kg ha<sup>-1</sup> con una base de 160 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) y K<sub>2</sub>O (100, 160 y 200 kg ha<sup>-1</sup> con una base de 300 kg N ha<sup>-1</sup>) con tres densidades de siembra (50 000, 57 143 y 66 667 plantas ha<sup>-1</sup>) con la variedad J-Sáenz, además, fueron evaluadas variables de gran importancia agronómica, dando como resultado que existe un incremento al aumentar la densidad de siembra de 50 000 a 66 667 plantas ha<sup>-1</sup>, logrando este resultado con la aplicación de 100 kg de nitrógeno y potasio, obteniendo mayores mejores rendimientos y mayor calidad del grano (Garbanzo *et al.* 2021).

## 9. HIPOTESIS

**Ha:** Al menos uno de los niveles de fertilización potásica tendrá efecto positivo en el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz.

**Ho:** Ninguno de los niveles de fertilización potásica tendrá efecto positivo en el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz.

## **10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **10.1. Ubicación del experimento**

Este proyecto de investigación se realizó en el sector El Toquillal, que se encuentra ubicado en el Cantón la Maná, Provincia de Cotopaxi, con una ubicación geográfica con una Latitud S  $-0^{\circ} 94' 23''$  Longitud W  $-79^{\circ} 26' 01''$  y una altitud de 200 msnm, el proyecto tuvo una duración de 120 días.

### **10.2. Tipos de investigación**

#### **10.2.1. Investigación científica**

La investigación científica es un proceso el cual está compuesto por una serie de etapas secuenciales, en el cual se obtiene información relevante para aplicar el conocimiento, esta investigación busca justificar mediante el método de exploración, en el cual se busca soluciones para las interrogantes, así esta investigación busca la forma de resolver los diferentes problemas que se presentan en el proyecto. Dentro del proyecto de investigación la metodología científica permitirá conocer a fondo el cultivo de maíz y sus capacidades de producción entorno a la aplicación de diferentes dosis de potasio, identificando la dosis más adecuada según los componentes nutritivos que cada tratamiento posee conforme a sus resultados.

#### **10.2.2. Investigación experimental**

Por otro lado, la investigación experimental busca la obtención de los datos a través de la experimentación y comparación de las variables, con el fin de determinar las causas de los fenómenos que se presentan en el proyecto, además, consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable (variable dependiente), esto se lleva a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular, buscando introducir cambios que se observarán y que se identificarán entorno a los resultados de las variables a estudiar del cultivo de maíz.

#### **10.2.3. Investigación descriptiva**

La investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las diferentes situaciones que se presentan en el proyecto, además, predice e identifica las relaciones entre las variables, la investigación descriptiva busca dar explicaciones a los diferentes fenómenos ocurridos dentro

del proyecto. Además, La investigación descriptiva busca una explicación a todos los fenómenos ocurridos en el cultivo de maíz a partir de la aplicación de los diferentes tratamientos, se usará la observación de estos cambios como método descriptivo para evaluar sus aspectos y dimensiones.

### 10.3. Materiales y equipos

#### 10.3.1. Características del material vegetativo empleado en la investigación describir

En la tabla 3, se muestra las características del cultivo de maíz empleado en la investigación.

**Tabla 3.** Características del material vegetativo empleado en el ensayo

<b>Cultivo de maíz trueno</b>	
<b>Características morfológicas</b>	Hojas dispuestas en hileras alternas Polinización cruzada Flores masculinas y femeninas
<b>Días a la floración</b>	52 - 54
<b>Longitud de mazorca</b>	16 cm
<b>Calidad de grano</b>	Buena
<b>Color de grano</b>	Anaranjado cristalino
<b>Resistencia a</b>	Curvularia, Helminthosporium, Mancha de Asfalto y Cinta Roja

Fuente: (Tomalá, 2023)

#### 10.3.2. Características del producto empleado en la investigación

En la tabla 4, se muestran las características del potasio empleado en la investigación

**Tabla 4.** Características del producto empleado en la investigación

<b>Composición</b>	<b>p/p</b>
Potasio (K <sub>2</sub> O)	60 %
Cloruro	45 %

Fuente: (Agripac, 2023)

### 10.3.3. Otros materiales y equipos

En la tabla 5, se observa los materiales y equipos que fueron utilizados en la investigación

**Tabla 5.** Materiales y equipos

<b>Materiales y equipos</b>	<b>Cantidad</b>
Machete	2
Flexómetro	1
Cinta métrica	1
Libreta de campo	1
Balanza digital	1
Pie de rey	1
Potasio	1
Semillas de maíz (Trueno) (kg)	2
Rollos de piola	3

**Elaborado por:** Cruz & Zambrano (2024)

### 10.4. Tratamientos en estudio

En la presente investigación se usará en los tratamientos cinco niveles de potasio describir

#### **Niveles de potasio**

60 kg/ ha<sup>-1</sup>

90 kg/ ha<sup>-1</sup>

120 kg/ ha<sup>-1</sup>

150 kg/ ha<sup>-1</sup>

180 kg/ ha<sup>-1</sup>

### 10.5. Esquema del experimento

En la siguiente tabla se presentan el esquema del experimento para el cultivo de maíz en donde se utilizaron seis tratamientos, cinco repeticiones, treinta unidades experimentales y 900 plantas en toda la investigación.

**Tabla 6.** Esquema del experimento

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Unidades experimentales</b>	<b>Plantas por unidades experimental</b>
<b>T1</b>	Testigo	5	30	150
<b>T2</b>	60 kg/ ha <sup>-1</sup>	5	30	150
<b>T3</b>	90 kg/ ha <sup>-1</sup>	5	30	150
<b>T4</b>	120 kg/ ha <sup>-1</sup>	5	30	150
<b>T5</b>	150 kg/ ha <sup>-1</sup>	5	30	150
<b>T6</b>	180 kg/ ha <sup>-1</sup>	5	30	150
<b>Total</b>				<b>900</b>

Elaborado por: Cruz & Zambrano (2024)

### 10.6. Diseño experimental

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con seis tratamientos y cinco repeticiones. Las variables serán sometidas al análisis de varianza y para determinar diferencias entre las medias de los tratamientos se aplicará la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

### 10.7. Esquema de análisis de varianza

El esquema de análisis de varianza, con sus respectivos grados de libertad se especifica a continuación:

**Tabla 7.** Análisis de varianza

<b>Fuentes de variación</b>		<b>Grados de libertad</b>
Repeticiones	(r-1)	4
Tratamiento	(t-1)	5
Error experimental	(r-1) (t-1)	20
<b>Total</b>	<b>(t.r-1)</b>	<b>29</b>

Elaborado por: Cruz & Zambrano (2024)

## **10.8. Manejo del experimento**

Se inició el trabajo de campo con la limpieza del terreno para aquello se utilizó una guadaña para retirar la maleza del área a cultivar, como siguiente punto se tomó muestras del suelo a 20 cm de profundidad lo cual se llevó al INIAP para sus respectivos análisis, después se procedió a medir el área total siendo 374 m<sup>2</sup> y las camas con una medida de 7,50 m<sup>2</sup> correspondientes para todos los tratamientos, realizado todo lo anteriormente mencionado se procedió a la siembra colocando 2 semillas por hoyo, para esto se usó una distancia de hilera de 75 cm, 45 cm entre planta y 80 cm en caminos.

En lo que respecta a la fertilización para poder realizarla, se hizo un análisis de suelo en el cual se observó que los resultados arrojaron que el Potasio se presentó en el suelo en cantidades medias, por lo cual, según INIAP (2015) nos recomienda que cuando tenemos un rango medio de potasio en nuestro suelo debemos aplicar 60 kg/ha<sup>-1</sup>, en un periodo de dos aplicaciones, la primera aplicación a los 15 días después de la siembra y la segunda a los 30 días después de la siembra, las dosis recomendada la puede observar en el Anexo 8.

El control de malezas se lo realizo cada 7 días, removiendo las malezas presentes en el área cultivada, de esa forma permitiendo al cultivo desarrollarse de manera óptima, el riego aplicado fue dependiendo el estado del suelo, los días en que la temperatura estaba alta y el suelo seco se rego las plantas, en los días que el suelo estaba húmedo por las lluvias no se rego, porque el exceso de humedad en el suelo puede provocar hongos.

Una vez establecido el cultivo de maíz, se realizaron monitoreos con el propósito de evidencias algún tipo de plaga o enfermedad que pueden afectar al cultivo, en nuestro trabajo de campo se presentó el gusano cogollero por lo que se hizo un control fitosanitario con la ayuda de un producto químico a base de alfacipermetrina + teflubenzuron aplicando una dosis 20 ml/ 20 lt mensualmente durante todo el experimento para controlar esta plaga.

## **10.9. Variables evaluadas**

### **10.9.1. Altura de planta**

Esta variable se evaluó a los 30, 45 y 60 días después de la siembra, con la ayuda de un flexómetro se midió a ocho plantas desde la base del suelo hasta el ápice de la hoja, el registró los datos de altura serán expresados en centímetros (cm).

### **10.9.2. Altura de carga**

Se midió desde el nivel del suelo hasta la inserción de la mazorca, 60 días después de efectuada la siembra, a las ocho plantas de cada unidad experimental.

### **10.9.3. Longitud de la mazorca**

Fue tomado al momento de la cosecha, mediante mediciones de longitud y diámetro de ocho mazorcas de cada tratamiento y repetición, para ello se utilizará un pie de rey mismo que se expresa en cm.

### **10.9.4. Diámetro de la mazorca**

Fue tomado al momento de la cosecha a ocho mazorcas de cada tratamiento y repetición, para ello se utilizará un pie de rey mismo que se expresa en milímetros.

### **10.9.5. Índice de desgrane**

Para calcular el índice de desgrane se pesarán ocho mazorcas de cada parcela útil, luego se van a desgranar y pesar solo el grano

### **10.9.6. Peso de mazorcas por tratamiento**

Para la toma de esta variable se pesarán las mazorcas cosechadas de las ocho plantas de cada tratamiento, los datos obtenidos serán expresados en kg.

### **10.9.7. Rendimiento kg/ha**

Para el registro de esta variable fue tomado en cuenta el peso de la mazorca que será extraído de cada unidad experimental, mismos que conforman treinta y siete metros cuadrados de área cultivada por tratamiento, una vez obtenido los resultados serán transformados en kg/ha.

$$\text{Rendimiento} \left( \frac{\text{Kg}}{\text{Ha}} \right) = \frac{\text{Peso en campo (Kg)}}{\text{Area de estudio (m}^2\text{)}} * \frac{10000\text{m}^2}{1\text{Ha}}$$

### **10.9.8. Análisis económico**

La determinación de los ingresos y beneficios en cada uno de los tratamientos evaluados se tuvo en cuenta el precio actual del mercado al instante de cosechar, así como los rendimientos indicados en cajas producidas, para esto se estimó: a. Total de ingreso por tratamiento, este

rubro se logró al multiplicar la producción obtenida por el valor comercial de la venta, utilizando la fórmula descrita a continuación:

$$\mathbf{TI = P * Pr}$$

**Donde:**

**TI**= Total de ingreso

**P**= Producción

**Pr**= Precio del producto

### **Costos totales por tratamiento (CT)**

En este caso se consideró cada uno de los valores invertidos para desarrollar las diferentes actividades e insumos utilizados, estos se identificaron y sumaron en cada uno de los tratamientos.

### **Beneficio neto (BN)**

Se determinó por la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales de cada tratamiento, utilizando la fórmula:

$$\mathbf{BN = TI - CT}$$

**Donde:**

**BN** = beneficio neto

**TI** = Total de ingresos

**CT** = costos totales

### **Relación costo beneficio (C/B)**

La relación costo beneficio se determinó a través de la división entre el beneficio neto y los costos totales por tratamiento. Se empleó la fórmula:

$$\mathbf{C/B = BN/CT}$$

Donde:

**BN** = beneficio neto

**CT** = costos totales por tratamiento

## 11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 11.1. Altura de planta (cm)

En la tabla 8, se muestra los resultados obtenidos de la investigación, donde se puede observar que a los 60 días existió diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo el T6 180 kg/ ha<sup>-1</sup> el que obtuvo una altura mayor en comparación con los demás tratamientos, con un promedio de 202,95 cm, seguido por el T5 150 kg/ ha<sup>-1</sup> con una altura de 196,85 cm. En este contexto, Vera (2013), menciona en su investigación que al evaluar diferentes híbridos y programas de fertilización obtuvo valores inferiores con 151,30 cm al aplicar 10% de muriato de potasio, evaluados en un periodo de 45 días, por lo tanto, los fertilizantes ayudan en el desarrollo del cultivo, beneficiando en la altura de maíz. Por otra parte, Villacís (2021), al evaluar diferentes fertilizantes entre ellos potasio y diferentes distancias de siembras obtuvieron resultados ligeramente inferiores con un valor de 198 cm, esto se debe a que, a mayor cantidad de plantas por hectárea, se da un aumento en la altura de la planta. Para Lamilla *et al.* (2018), al evaluar el sulfato de potasio y fosfitos de potasio 0,5 L/ha obtuvo una altura de planta de 240,53 cm, valor superior a los nuestros, lo que demuestra que la aplicación de potasio influye significativamente en los factores agronómicos de crecimiento.

**Tabla 8.** Altura de planta (cm) en la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

Tratamientos	Altura de planta (cm)		
	30 días	45 días	60 días
T6 180 kg/ ha <sup>-1</sup>	<b>44,95 a</b>	<b>82,18 a</b>	<b>202,95 a</b>
T5 150 kg/ ha <sup>-1</sup>	44,18 a	75,93 ab	196,85 a
T4 120 kg/ ha <sup>-1</sup>	43,28 ab	75,68 ab	196,00 ab
T3 90 kg/ ha <sup>-1</sup>	41,18 ab	75,03 ab	194,28 ab
T2 60 kg/ ha <sup>-1</sup>	39,23 bc	73, 03 b	184,85 b
T1 Testigo	35,98 c	58,43 c	151,13 c
CV (%):	16,08	18,75	9,85

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

**Elaborado por:** Cruz & Zambrano (2024)

### 11.2. Altura de carga (cm)

La tabla 9, muestra la altura de carga que se obtuvo mediante la investigación, donde se observa que no existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio, siendo el T6 180 kg/ ha<sup>-1</sup> quien consiguió un mayor resultado con un valor de 99,15 cm, seguido por el T5 150 kg/ ha<sup>-1</sup> con una altura de carga de 96,98 cm, en comparación con el testigo si existen diferencias estadísticas. Estudios realizados por Abad (2015), muestran que obtuvo valores superiores con 121 cm con el híbrido Trueno con una fertilización química, esto se debe a que la variedad utilizada tiene buenas características agronómicas y junto con la aplicación del producto brindaron una mayor altura de carga. Por otra parte. Perero (2021), menciona que a mayor altura mayor será la altura de carga, en su investigación aplico un fertilizante convencional obteniendo valores similares 98, 5 cm en la altura de carga, demostrando así que una buena fertilización beneficia a que el cultivo de maíz puede obtener buenos rendimientos. De acuerdo con Vera *et al.* (2020), al evaluar una fertilización convencional obtuvo un valor de 89,05 cm, resultado ligeramente inferior a nuestros resultados, lo que demuestra que la fertilización es indispensable para que el cultivo de maíz pueda presentar valores positivos en su producción.

**Tabla 9.** Altura de carga (cm) en la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

Tratamientos	Altura de carga (cm)
T6 180 kg/ ha <sup>-1</sup>	99,15 a
T5 150 kg/ ha <sup>-1</sup>	96,98 a
T4 120 kg/ ha <sup>-1</sup>	95,98 a
T3 90 kg/ ha <sup>-1</sup>	94,63 a
T2 60 kg/ ha <sup>-1</sup>	94,53 a
T1 Testigo	77,33 b
CV (%):	12,70

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

Elaborado por: Cruz & Zambrano (2024)

### 11.3. Longitud de la mazorca (cm)

En la tabla 10, se puede observar el resultado de longitud de la mazorca, mostrando que existen diferencias estadísticas significativas, donde el tratamiento que mayor longitud lo obtuvo fue el T6 180 kg/ ha<sup>-1</sup> con un valor de 20,02 mm, seguido por el T5 150 kg/ ha<sup>-1</sup> con un valor de 18,61, respectivamente. Estudios realizados por Segovia (2006), al evaluar diferentes dosis de sulfato

de potasio en tres híbridos de maíz, obtenido 20 mm valor similar a los nuestros aplicando una dosis superior a 150 kg/ ha<sup>-1</sup> demostrando así que al aplicar potasio se obtendrá valores satisfactorios en la mazorca, demostrando un buen desempeño en el cultivo. Por otra parte, Guamán *et al.* (2020), al aplicar 152 kg/ ha<sup>-1</sup> obtuvo un valor de 18,9 mm ligeramente inferiores a los presentados en nuestra investigación, demostrando que el potasio es un elemento importante para la producción del maíz, además, el desarrollo de la planta también dependerá del ambiente en que se encuentre, por lo que, unas buenas condiciones ambientales son de gran importancia para que el cultivo obtenga un excelente rendimiento. Otra investigación reportada por Díaz (2017), al evaluar el sulfato de potasio con una concentración del 50% 100 kg/ha obtuvo 15,68 cm, valor ligeramente inferior a nuestros resultados, demostrando que a una mayor dosis se puede llegar a obtener una mejor longitud de mazorca.

**Tabla 10.** Longitud de la mazorca (cm) en la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

Tratamientos	Longitud de la mazorca (cm)
T6 180 kg/ ha <sup>-1</sup>	20,02 a
T5 150 kg/ ha <sup>-1</sup>	18,61 b
T4 120 kg/ ha <sup>-1</sup>	17,93 bc
T3 90 kg/ ha <sup>-1</sup>	17,30 c
T2 60 kg/ ha <sup>-1</sup>	17,25 c
T1 Testigo	15,27 d
CV (%):	8,57

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

Elaborado por: Cruz & Zambrano (2024)

#### 11.4. Diámetro de la mazorca (mm)

En la tabla 11, se muestra el diámetro de la mazorca obtenido durante la investigación, donde se observa que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo el mejor el T6 180 kg/ ha<sup>-1</sup> con un valor de 44,73 mm de diámetro de mazorca, seguido por el T5 150 kg/ ha<sup>-1</sup> con un valor de 43,11 mm de diámetro.

Por su parte, Vera *et al.* (2020), en su investigación al evaluar diferentes formas de fertilización convencionales, obteniendo un valor de 4,54 cm resultado similar a nuestra investigación, por tanto, se puede decir que la fertilización cumplió su propósito en el diámetro de la mazorca, además, una fertilización adecuada proporciona los nutrientes un mejor desarrollo en sus

diferentes etapas, logrando una mejor calidad del cultivo. Según Sánchez (2021), al evaluar una dosis de 120 kg/ha de potasio obtuvo un diámetro de 5,18 cm, valor superior a los presentados en nuestra investigación, es decir, el potasio aún puede lograr obtener buenos resultados en el diámetro de la mazorca, causando efectos positivos en el cultivo. Para Pinedo *et al.* (2017), al aplicar cloruro de potasio al 60% obtuvo un diámetro de 4,20 cm valor similar a nuestros resultados, es decir, que la fertilización a base de potasio logra efectos positivos en la mazorca de maíz.

**Tabla 11.** Diámetro de la mazorca (mm) en la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

Tratamientos	Diámetro de la mazorca (mm)
T6 180 kg/ ha <sup>-1</sup>	44,73 a
T5 150 kg/ ha <sup>-1</sup>	43,11 b
T4 120 kg/ ha <sup>-1</sup>	42,80 b
T3 90 kg/ ha <sup>-1</sup>	42,27 b
T2 60 kg/ ha <sup>-1</sup>	42,06 b
T1 Testigo	36,45 c
CV (%):	4,89

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

Elaborado por: Cruz & Zambrano (2024)

### 11.5. Índice de desgrane (g)

La tabla 12, refleja que existen diferencias estadísticas significativas entre los distintos tratamientos evaluados en la investigación, en el cual el mejor tratamiento fue el T6 180 kg/ ha<sup>-1</sup> con un índice de 629 g, seguido por el T5 150 kg/ ha<sup>-1</sup> con un promedio de 567,60 g. De acuerdo a Quishpe (2015), menciona que en su investigación al aplicar potasio + nitrógeno obtuvo 687,78 g valor ligeramente superior, esto debido al nitrógeno, siendo este elemento indispensable en el llenado del grano, por ende, beneficiando a que los granos crezcan. Por otro lado, Quispe (2019), menciona que al aplicar potasio en un 80% obtuvo un valor de 190,06 g valor inferior a nuestros resultados, además, manifiesta que el potasio influye en el número de granos, además, es un elemento esencial para los diferentes procesos fotosintéticos. Youri (2024), en su ensayo al evaluar diferentes familias de maíz, obtuvo un alto porcentaje de desgrane, presentando rendimientos positivos.

**Tabla 12.** Índice de desgrane (g) en la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

Tratamientos	Índice de desgrane (g)
T6 180 kg/ ha <sup>-1</sup>	629,00 a
T5 150 kg/ ha <sup>-1</sup>	567,60 b
T4 120 kg/ ha <sup>-1</sup>	507,40 c
T3 90 kg/ ha <sup>-1</sup>	483,60 cd
T2 60 kg/ ha <sup>-1</sup>	442,80 d
T1 Testigo	373,60 e
CV (%):	4,18

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

**Elaborado por:** Cruz & Zambrano (2024)

### 11.6. Peso de mazorcas por tratamiento (kg)

En la tabla 13, se muestra que existen diferencias estadísticas entre los distintos tratamientos, siendo el T6 180 kg/ ha<sup>-1</sup> quien obtuvo un mayor peso de mazorca con un valor de 7,31 kg, seguido por el T5 150 kg/ ha<sup>-1</sup> con un peso de 6,51 kg, respectivamente. Un estudio realizado por Farfán & Perales (2020), menciona que al aplicar una fertilización inorgánica al 75% obtuvo un valor de 23 kg resultados superiores a los reportados en nuestra investigación, el valor elevado se debe que aplico una fertilización completa NKP y a la utilización de una variedad de alto rendimiento, por lo que, la fertilización brindo al cultivo los nutrientes necesarios para obtener un buen peso de mazorcas, además, menciona que el peso de mazorca también está determinado por los factores bióticos, mismos que compiten con la planta por los nutrientes. Por su parte, Martínez *et al.* (2018), al evaluar una fertilización potásica obtuvo valores similares a nuestros resultados, demostrando que el potasio al ser aplicado de acuerdo a las necesidades que presenta el cultivo de maíz logra obtener un peso de mazorcas positivo.

**Tabla 13.** Peso de mazorcas por planta (kg) en la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

Tratamientos	Peso de mazorca por tratamiento (kg)
T6 180 kg/ ha <sup>-1</sup>	7,31 a
T5 150 kg/ ha <sup>-1</sup>	6,51 a b
T4 120 kg/ ha <sup>-1</sup>	6,20 a b
T3 90 kg/ ha <sup>-1</sup>	5,51 b c
T2 60 kg/ ha <sup>-1</sup>	4,25 c d
T1 Testigo	3,70 d
CV (%):	12,67

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

**Elaborado por:** Cruz & Zambrano (2024)

### 11.7. Rendimiento kg/ha

En la tabla 14, se puede observar que existen diferencias estadísticas significativas entre sus tratamientos, siendo el T6 180 kg/ ha<sup>-1</sup> el que obtuvo un promedio de 9745 kg/ha, seguido por el T5 150 kg/ ha<sup>-1</sup> con valor de 8677 kg/ha. Según Oré (2015), en su investigación al aplicar una fertilización potásica al cultivo de maíz, obtuvo un valor de 9315 kg/ha similar a los presentados en nuestra investigación, además, menciona que al aplicar exceso de potasio el rendimiento disminuye, esto se debe a que dicho exceso puede ocasionar que otros elementos no sean asimilables. Por otro lado, Aguilar (2019), menciona que al aplicar 150 kg de potasio obtuvo un rendimiento de 10392 kg/ha, valor estadísticamente elevado en comparación a nuestros resultados, lo que demuestra que el potasio brinda al cultivo lo necesario para que pueda obtener un óptimo desarrollo. De acuerdo con Cano *et al.* (2007), al evaluar 125 kg/ha de cloruro de potasio obtuvo un rendimiento de 6364 kg/ha valor inferior a nuestros resultados, basado en nuestros datos obtenidos se puede decir que a mayor dosificación el maíz presenta un mayor rendimiento.

**Tabla 14.** Rendimiento kg/ha en la respuesta agronómica de la fertilización potásica en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

Tratamientos	Rendimiento kg/ha
T6 180 kg/ ha <sup>-1</sup>	9745,00 a
T5 150 kg/ ha <sup>-1</sup>	8677,00 b
T4 120 kg/ ha <sup>-1</sup>	8263,00 c
T3 90 kg/ ha <sup>-1</sup>	7347,00 d
T2 60 kg/ ha <sup>-1</sup>	5663,00 e
T1 Testigo	4935,00 f
CV (%):	0,01

Elaborado por: Cruz & Zambrano (2024)

### 11.8. Efectos de la fertilización

De acuerdo con Urbina *et al.* (2023), menciona en su investigación que no existió una reducción del potasio durante la producción del maíz, además, mencionan que, si existe una solubilidad de potasio alta, este no tendrá efecto sobre la producción de maíz, es decir, en comparación a nuestros resultados se puede decir que el suelo utilizado para la realización del proyecto, no presenta una mayor solubilidad lo que hizo que el potasio se mantenga durante la producción de maíz.



Bala 55	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
<b>Fertilizantes</b>						
Potasio	0	58,20	87,30	116,40	145,50	174,60
<b>Mano de Obra</b>	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
<b>Costo total</b>	762,50	820,70	849,80	878,90	908,00	937,10
Producción (kg)	4935,00	5663,00	7347,00	8263,00	8677,00	9745,00
Precio Kg/USD	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
<b>Total Ingreso/USD</b>	838,95	962,71	1248,99	1404,71	1475,09	1656,65
<b>Beneficio neto</b>	76,45	142,01	399,19	525,81	567,09	719,55
<b>Costo/Beneficio</b>	0,10	0,17	0,47	0,60	0,62	0,77
<b>Rentabilidad %</b>	10,00	17,00	47,00	60,00	62,00	77,00

Elaborado por: Cruz & Zambrano (2024)

### 13. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS)

**Impacto técnico:** En el desarrollo de la investigación se generaron impactos técnicos de gran valor en lo que concierne en el ámbito agronómico, debido a que los resultados obtenidos demostraron el efecto del potasio en el cultivo de maíz, siendo una alternativa en el manejo del cultivo.

**Impacto social:** En la investigación se generó un impacto social positivo, debido a que actualmente la relación que existe entre el consumidor y productor se ve afectado por el incremento de los precios de los fertilizantes, por lo que, los resultados de la presente investigación buscan brindar alternativas de producción del maíz.

**Impacto ambiental:** La investigación no causó efectos negativos en el medio ambiente, ya que las dosis utilizadas de potasio fueron de acuerdo con los resultados del análisis de suelo, donde se suministró la cantidad necesaria para que el maíz tenga una buena producción, además, es indispensable implementar buenas prácticas agrícolas sostenibles, que ayuden a la mitigación de los impactos negativos que se pueden presentar en el medio ambiente.

**Impacto económico:** Los resultados obtenidos en torno al rendimiento del maíz, se puede decir que con la aplicación de potasio se logra una economía positiva para los agricultores, por lo tanto, la presente investigación brinda alternativas fiables para lograr una economía progresiva.

## 14. PRESUPUESTO

El presupuesto de la investigación se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 17.** Presupuesto de la investigación

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo
		USD	total \$
Semillas de maíz	2 lb	4,00	4,00
Potasio	1 sacos	33,00	33,00
Piola	2	3,00	3,00
Libreta de campo	1	1,00	1,00
Flexómetro	1	2,50	2,50
Cinta métrica	1	1,00	1,00
Pie de rey	1	15,00	15,00
Balanza digital	1	20,00	20,00
Bomba de fumigación	1	20,00	20,00
Bala 55	1	15,00	15,00
Mano de obra	8	20	160
<b>Total</b>		<b>134,50</b>	<b>274,50</b>

Elaborado por: Cruz & Zambrano (2024)

## 15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- ❖ La fertilización potásica beneficio el desarrollo del cultivo de maíz fundamentalmente en el incremento de la altura de planta, peso de las mazorcas, siendo un elemento de gran importancia para obtener buenos resultados.
- ❖ La fertilización potásica tuvo un efecto positivo en el desarrollo del maíz, por lo que una adecuada absorción de potasio contribuye a mejorar los rendimientos en el cultivo de maíz, por lo tanto, basado en los resultados obtenidos el mejor tratamiento fue en el que se aplicó  $180 \text{ kg/ ha}^{-1}$  demostrando sus efectos positivos en cada una de las variables evaluadas.
- ❖ Basado en los resultados obtenidos en lo que respecta el análisis económico el mejor tratamiento fue T6  $180 \text{ kg/ ha}^{-1}$  con un costo total de \$ 937,10 una producción de 9745 kg, un beneficio neto de \$ 719,55 y una rentabilidad de 77%.
- ❖ Una vez obtenidos los resultados de la investigación se acepta la Hipótesis Ha: Al menos uno de los niveles de fertilización potásica tendrá efecto positivo en el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz.

### Recomendaciones

- La dosis  $180 \text{ kg/ ha}^{-1}$  de potasio fue la que presento un mayor efecto en el cultivo de maíz, por ende, un mayor resultado en cada una de las variables evaluadas, además, también presenta efectos positivos en el ámbito económico.
- El potasio es una alternativa fiable para la producción de maíz, debido a que este elemento brindo al cultivo un mejor crecimiento y desarrollo del cultivo.

## 16. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, G. (2015). Efecto de niveles de fertilización química y orgánica en híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Quevedo. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/63996e3b-0ff0-4439-bfa7-724b0e521bf0/content>
- Agripac. (2023). Muriato de potasio standard. Obtenido de <https://agripac.com.ec/productos/muriato-de-potasio-standard/>
- Aguilar, J. (2019). Evaluación de los diferentes niveles de fertilización con NPK en el cultivo de maíz (*Zea mays*) sembrado en condiciones de secano en la zona de Ventanas. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/704f30ba-855d-4717-bc6c-64f74b6f130b/content>
- Alimentación, O. d. (2012). Mejoramiento de Maíz con objetivos especiales. Obtenido de <http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/x7650s21.com>
- Arango, A. (22 de Mayo de 2022). El potasio en los cultivos de maíz. Obtenido de <https://blog.cambiagro.com/2022/05/22/el-rol-fundamental-del-potasio-en-los-cultivos-de-maiz/>
- Armijo, E., & Umajinga, E. (2023). Evaluación de la fertilización química y orgánica en maíz (*Zea mays*) en el Cantón La Maná. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10105/1/UTC-PIM-000627.pdf>
- Badillo, A. (2016). Evaluación del aporte de gallinaza fresca en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*) variedad INIAP 122, en dosis diferentes, en la Parroquia Malchingui, Cantón Pedro Moncayo, Provincia Pichincha. Loja - Ecuador: Universidad Nacional de Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10735/1/INFORME%20FINAL%20DE%20TESIS%20MAIZ%20%2012-01-2016.pdf>
- Bayer, A. (2022). Cultivo de maíz en Ecuador. Obtenido de <https://www.agro.bayer.ec/es-es/cultivos/maiz.html#:~:text=El%20ma%C3%ADz%20es%20uno%20de,agroindustria%20y%20la%20alimentaci%C3%B3n%20humana.>
- Bonilla, A., & Singaña, D. (2019). La productividad agrícola más allá del rendimiento por hectárea: análisis de los cultivos de arroz y maíz duro en Ecuador.
- Bonilla, A., & Singaña, D. (2019). La productividad agrícola más allá del rendimiento por hectárea: análisis de los cultivos de arroz y maíz duro en Ecuador. La Granja. Revista de Ciencias de la Vida. Obtenido de <https://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/29.2019.06>
- Cabrera, A. (2020). Manual Técnico del Cultivo de Maíz Amarillo Duro. Lima-Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. Obtenido de

file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Manual%20T%C3%A9cnico%20del%20Cultivo%20de%20Ma%C3%ADz%20Amarillo%20Duro.pdf

- Cabrerizo, C. (2012). El maíz en la alimentación Humana.
- Canale, A., Ferreira, L., Couretot, L., & Magnone, G. (2011). Evaluación de Puccinia sorghi en ensayos de híbridos de maíz en dos localidades del sur de Córdoba. Mar del Plata: Actas II Congreso Argentino de Fitopatología. Obtenido de [https://aws.agroconsultasonline.com.ar/documento.html/Evaluaci%C3%B3n%20de%20Puccinia%20sorghii%20en%20ensayos%20de%20h%C3%ADbridos%20de%20ma%C3%ADz%20en%20dos%20localidades%20del%20sur%20de%20C%C3%B3rdoba%20\(2011\).pdf?op=d&documento\\_id=278](https://aws.agroconsultasonline.com.ar/documento.html/Evaluaci%C3%B3n%20de%20Puccinia%20sorghii%20en%20ensayos%20de%20h%C3%ADbridos%20de%20ma%C3%ADz%20en%20dos%20localidades%20del%20sur%20de%20C%C3%B3rdoba%20(2011).pdf?op=d&documento_id=278)
- Cano, J. D., Ernst, O., & García, F. (2007). Respuesta a la fertilización potásica en maíz para grano en suelos del noreste de Uruguay. EEMAC. Obtenido de <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2007/12/2.pdf>
- Carmona, M., Formento, N., & Scandiani, M. (2012). Carbón común del maíz. Revista Institucional Siembra Directa. Obtenido de [https://www.corteva.es/content/dam/dpagco/corteva/eu/es/es/files/otros-documentos/Carboon-Comun\\_en\\_maiz\\_corteva.pdf](https://www.corteva.es/content/dam/dpagco/corteva/eu/es/es/files/otros-documentos/Carboon-Comun_en_maiz_corteva.pdf)
- Castellanos, S., Dardon, O., Ozaeta, M., & Soto, G. (2010). Mildiu en maíz y sorgo. Descripción, incidencia y métodos de control. Guatemala: Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas. Obtenido de <https://original-ufdc.uflib.ufl.edu/UF00072040/00001/29x>
- Caviedes, G. (2019). Producción de semilla de maíz en el Ecuador: retos y oportunidades. Quito: Universidad San Francisco de Quito. Obtenido de <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1100>
- Chaqui, C. (2013). Formación de una variedad experimental de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “mishca” a partir de medios hermanos y hermanos completos. Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a50aeeb6-8bfb-4b04-ac89-4fb93cbcd124/content>
- Chatanaxi, M. (2016). Respuesta del cultivo de maíz dulce var. Bandit a la aplicación de niveles de calcio, boro y azufre bajo invernadero. Quito.
- Coral, J. (2017). Caracterización morfológica y agronómica de dos genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en la zona media de la Parroquia Malchinguí. Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1efacc76-740f-4fb6-99ae-9408edbf690f/content>
- Deras, F. (2020). Guía técnica: el cultivo de maíz. Salvador: Ministerio de agricultura de Salvador. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/handle/11324/11893>
- Deras, F. (2012). Guía Técnica. El cultivo del Maíz. El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdoba” (CENTA). Programa Granos Básicos. Obtenido de <https://centa.gob.sv/download/guia-tecnica-cultivo-de-maiz/>

- Díaz, C. (2012). PRÁCTICAS DE CULTIVO EN MAÍZ. Biblioteca Agropecuaria. Obtenido de [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/20993/78998\\_24305.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/20993/78998_24305.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Díaz, H. (2017). Influencia de tres fuentes potásicas aplicadas en dos épocas sobre el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays*), Végueta - Huaaura. Universidad Católica Sedes Sapientiae. Obtenido de [https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/216/Diaz\\_Hermes\\_tesis\\_bachiller\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/216/Diaz_Hermes_tesis_bachiller_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Eguez, M., Pintado, P., Molina, R., & Narro, L. (2012). INIAP H-824 "Lojanito": Nuevo híbrido simple de maíz amarillo duro. Cuenca: Cuenca, EC: INIAP, Estación Experimental del Austro, 2012. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4324>
- El Universo. (9 de Mayo de 2024). Productores e industriales acordaron fijar en \$ 16,50 el nuevo precio mínimo de sustentación del quintal de maíz duro amarillo. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/precio-maiz-2024-ecuador-ministerio-de-agricultura-nota/>
- Estrada, M. (2021). Principales enfermedades del cultivo de maíz (*Zea mays*, L) en Ecuador. Revista Científica Agroecosistemas, 53-59. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/jlleon,+Gestor\\_a+de+la+revista,+A8.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/jlleon,+Gestor_a+de+la+revista,+A8.pdf)
- FAO. (2020). Cultivos y productos de ganadería. Obtenido de <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Farfán, H., & Perales, A. (2020). Efecto de la fertilización orgánica mineral sobre la producción de maíz morado (*Zea mays* L.). Revista de Investigación Científica Siglo XXI, 97-106. Obtenido de <file:///C:/Users/alex/D/Downloads/14-Texto%20del%20art%C3%ADculo-608-1-10-20230215.pdf>
- Flores, D. (2020). Guía técnica: el cultivo de maíz. Ministerio de agricultura del Salvador.
- Formento. (2010). ENFERMEDADES FOLIARES REEMERGENTES DEL CULTIVO DE MAÍZ: ROYAS (PUCCINIA SORGHY Y PUCCINIA POLYSORA), TIZÓN FOLIAR (EXSEROHILUM TURCICUM) Y MANCHA OCULAR (KABATIELLA ZEA). Acta Técnica. N°2 Maíz, girasol y sorgo. Obtenido de [https://aws.agroconsultasonline.com.ar/documento.html?op=d&documento\\_id=14](https://aws.agroconsultasonline.com.ar/documento.html?op=d&documento_id=14)
- Formento, A., & Pautasso, J. (2023). DETECCIÓN DE MILDIU (*Peronosclerospora* spp.) EN MAÍZ (*Zea mays*). EL DIAGNÓSTICO COMO HERRAMIENTA BÁSICA PARA EL MANEJO. INTA Paraná. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/UYM0Q3MW/INTA\\_CREntreRios\\_EEAParana\\_Formento\\_AN\\_Deteccion\\_Mildiu\\_maiz\\_diagnostico\\_herramienta\\_basica\[1\].pdf](file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/UYM0Q3MW/INTA_CREntreRios_EEAParana_Formento_AN_Deteccion_Mildiu_maiz_diagnostico_herramienta_basica[1].pdf)

- Garbanzo, G., Alvarado, A., Vargas, J., Cabalceta, G., & Vega, E. (2021). Fertilización con nitrógeno y potasio en maíz en un Alfisol de Guanacaste, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-FertilizacionConNitrogenoYPotasioEnMaizEnUnAlfisol-7718277.pdf>
- García , O., Figueroa , U., Cueto, J., Núñez , G., Gallegos , M., & López , J. (2019). Disponibilidad de nitrógeno usando dos tipos de estiércol de bovino lechero en cultivos de maíz forrajero y triticale. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-07052019000100124](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052019000100124)
- Gavilán , F., & Gómez, M. (2021). Definición de dosis de nitrógeno, fósforo y potasio para una máxima producción del maíz híbrido Advanta 9313 mediante el diseño central compuesto. *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*, 1-16. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v23n1/0122-8706-ccta-23-01-2225.pdf>
- Grefa, M. (2021). Respuesta del maíz blanco harinoso tipo chazo a las condiciones agroclimáticas de Cevallos, Tungurahua, Ecuador. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33066/1/006%20Nutricion%20Vegetal%20Grefa%20Yumbo%20Mireya.pdf>
- Guamán , R., Desiderio , T., Villavicencio , Á., Ulloa , S., & Romero , E. (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. Obtenido de <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/2196/2556>
- Guzman, M., Díaz, D., Ramis, C., Figueroa, R., & Jiménez, R. (2017). Estimación de la aptitud combinatoria y heterosis en híbridos no convencionales de maíz con alto contenido de proteína. Maracay: Scielo. Obtenido de [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612017000300003](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612017000300003)
- Inga. (2020). Efecto de la aplicación de bioestimulantes en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum Vulgare* L.) Cultivar centenario bajo condiciones de invernadero en Huaraz–Ancash. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4478>
- INIAP. (2015). Clima, suelos, nutrición y fertilización de cultivos en el litoral Ecuatoriano. Obtenido de <file:///C:/Users/alex/Downloads/INIAP%201992.%20Clima,%20suelos,%20nutrici%C3%B3n%20y%20fertilizaci%C3%B3n%20de%20cultivos%20en%20el%20litoral%20Ecuatoriano.pdf>
- Iniap. (2023). Manejo de Insecto-Plaga- Gusano Alambre. Ecuador: Iniap. Obtenido de <https://tecnologia.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2023/11/gusanoalambre1.pdf>
- Intagri. (2017). Fijación de Potasio en el Suelo. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/fijacion-de-potasio-en-el-suelo>
- Intagri, S. C. (2016). Manejo de Herbicidas en Maíz. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/cereales/manejo-de-herbicidas-en-maiz>

- Jacto. (30 de 06 de 2023). Conoce las principales enfermedades del maíz y cómo manejarlas. Obtenido de Jacto: <https://bloglatam.jacto.com/enfermedades-del-maiz/#:~:text=El%20Mildiu%20del%20ma%C3%ADz%20es,as%C3%AD%20como%20en%20las%20hojas.>
- Jara, A. (2019). Respuesta de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.), a diferentes niveles de fertilización en la zona de Babahoyo. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6099/TE-UTB-FACIAGING%20AGRON-000174.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lamilla, Á., Navarrete, E., Arteaga, C., Santana, D., García, G., Mora, O., . . . Goyes, M. (2018). Fertilización Con Potasio Y Fosfitos, Sobre El Rendimiento De Maíz Duro (*Zea Mays*) En La Zona Subcentral Litoral. *European Scientific Journal*, 15-46. Obtenido de [file:///C:/Users/alex/Downloads/10858-Article%20Text-31213-1-10-20180530%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/alex/Downloads/10858-Article%20Text-31213-1-10-20180530%20(2).pdf)
- Martínez , L., Aguilar , C., Carcaño , M., Galdámez , J., Gutiérrez , A., Morales , J., . . . Gómez , E. (2018). Biofertilización y fertilización química en maíz (*Zea mays* l.) en Villaflores, Chiapas, México. *SciELO: Siembra vol.5 no.1*. Obtenido de [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2477-88502018000100026](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2477-88502018000100026)
- Meneses , N., Mendoza, J., & Bernardes, C. (2017). Fertilización potásica del maíz dulce en suelo con alta disponibilidad de. Obtenido de <http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v21n2/2301-1548-agro-21-02-00054.pdf>
- Mikkelsen, R. (2009). Manejo del potasio para la producción de cultivos orgánicos. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/99E778DE1879908C852579A0006B194B/\\$FILE/Manejo%20del%20Potasio%20para%20la%20Producci%C3%B3n%20de%20Cultivos%20Org%C3%A1nicos.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/99E778DE1879908C852579A0006B194B/$FILE/Manejo%20del%20Potasio%20para%20la%20Producci%C3%B3n%20de%20Cultivos%20Org%C3%A1nicos.pdf)
- Morales, G. (216). Caracterización agromorfológica de 80 accesiones de maíz (*Zea mays*) del banco de germoplasma de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2529/1/T-UTC-00065.pdf>
- Morales, J. (2014). EVALUACIÓN DE LÍNEAS PROMISORIAS PROVENIENTES DE MAÍZ DURO (*Zea mays* Var. Universitaria). SAN JOSÉ DE MINAS, PICHINCHA. Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7b3617d3-81e3-45a0-b426-e6244de5dd2a/content>
- Ochoa, A. (2008). Influencia de la temperatura y precipitación en el cultivo maíz amiláceo en las variedades San Gerónimo y Blanco Urubamba en el Valle del Mantaro. Perú: Instituto Geofísico del Perú.
- Oré, V. (2015). Fertilización potásica y nivel nutricional en el rendimiento de maíz morado PMV – 581 (*Zea mayz* L.), bajo riego por goteo. Lima - Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2087/F04-O66-T.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

- Perero, W. (2021). Respuesta del híbrido de maíz (*Zea mays*) Pioneer 3041 a la aplicación de fertilizantes complejos en Rio Verde, Santa Elena. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5695/1/UPSE-TIA-2021-0014.pdf>
- Pérez, Y., & Álvarez, J. (2021). Efecto de la aplicación de biofertilizantes sobre el rendimiento de maíz en parcelas con y sin cobertura vegetal. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292021000400029](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292021000400029)
- Pinedo, R., Rodríguez, G., & Valverde, N. (2017). Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) en la localidad de Canaán-Ayacucho. Aporte Santiaguino, 39-50. Obtenido de [https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte\\_Santiaguino/article/view/181/572](https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/181/572)
- Quezada, M. (2021). Análisis de la producción y comercialización del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), Cantón Palenque Provincia De Los Ríos. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/QUEZADA%20BRIONES%20MARIA%20LAURA.pdf>
- Quishpe, R. (2015). Evaluación del rendimiento del cultivo maíz (*Zea mays*) con dos niveles de zeolita y dos niveles de urea en la finca paraíso escondido, Cantón Pangua, Provincia De Cotopaxi, año 2013. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3513/1/T-UTC-00790.pdf>
- Quispe, J. (2019). Dosis de nitrógeno y potasio en la producción de *Zea mays* L. híbrido DK 7088 Pangoa. Universidad Nacional del Centro del Peru. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5299/Muedas%20Quispe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rangel, M. A., Gómez, N., Tucuch, J., Basto, D., Villalobos, A., & Burgos, J. (2019). Polietilenglicol 8000 para identificar maíz tolerante al estrés hídrico durante la germinación. Mococho-México: Dialnet. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6756614>
- Saavedra, G. (2015). CLASIFICACIÓN BOTÁNICA, GERMINACIÓN Y DESARROLLO. INIA La Platina. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7802/NR40103.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Saavedra, G., & Quijada, J. (2015). Preparación y manejo de suelos. Biblioteca Inia. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7802/NR40105.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- Sánchez, J. (2021). Comportamiento de tres genotipos de maíz de grano duro (*Zea mays* L.) bajo tres dosis de potasio en La Molina. Lima - Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4977/sanchez-sanchez-jose-marcos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Sanchez, S., Rodriguez, N., & Justo, V. (2017). Evaluación agronómica del maíz fertilizado con guano de murciélago. México: Revista de Operaciones Tecnológicas.
- Scott, M. (2010). Indicadores visuales de la deficiencia de potasio en maíz. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/C996599CFEEAB2A3852579A0006A1FF2/\\$FILE/Indicadores%20visuales%20de%20la%20deficiencia%20de%20potasio%20en%20maiz.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/C996599CFEEAB2A3852579A0006A1FF2/$FILE/Indicadores%20visuales%20de%20la%20deficiencia%20de%20potasio%20en%20maiz.pdf)
- Segovia, J. (2006). Evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) con cinco dosis de doble sulfato de potasio y magnesio, bajo el sistema de siembra directa en la zona de San Carlos - Quevedo. Santo Domingo: Escuela Politécnica del Ejército. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2514/14/T-ESPE-IASA%20II-000804.pdf>
- SIIA. (2015). Sistema Integrado de Información Agropecuaria. Argentina: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Obtenido de [http://www.siiia.gov.ar/\\_apps/siiia/estimaciones/estima2.php](http://www.siiia.gov.ar/_apps/siiia/estimaciones/estima2.php)
- Simón, M. R., & Golik, S. I. (2022). Cereales de verano. Buenos Aires- Argentina: Universidad Nacional de la Plata. Obtenido de [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/162758/CONICET\\_Digital\\_Nro.1bfc4eb3-ba85-4000-b53c-edd7319ad777\\_D.pdf?sequence=9&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/162758/CONICET_Digital_Nro.1bfc4eb3-ba85-4000-b53c-edd7319ad777_D.pdf?sequence=9&isAllowed=y)
- Solis, J. (2022). Eficiencia agronómica y económica de la fertilización líquida en maíz blanco para consumo en fresco bajo condiciones de secano en Calceta – Manabí. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Obtenido de [https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1959/1/TIC\\_A21D.pdf](https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1959/1/TIC_A21D.pdf)
- Tomalá, W. (2023). Rendimiento del maíz (*Zea mays*) híbrido trueno NB 7443 bajo tres distancias de siembra en la Comuna Loma Alta, Santa Elena. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9749/1/UPSE-TIA-2023-0014.pdf>
- Urbina, C., Vargas, J., Vega, E., Alvarado, A., Cabalceta, G., & Garbanzo, G. (2023). Productividad del maíz (Diamantes 8843) bajo diferentes densidades de siembra y dosis de potasio. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0377-94242023000100123](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242023000100123)
- Urrego, C. (2017). Establecimiento de una hectárea de maíz (*Zea mays* L.), como modelo de aprendizaje para los agricultores de la vereda filipinas del municipio de Tamec Arauca. (Tesis de pregrado). Colombia: Universidad La Salle. Obtenido de [http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/24983/46132089\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/24983/46132089_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Vera, J., Cepeda, W., Cárdenas, D., Espejo, F., Inga, G., Balón, A., . . . Delgado, J. (2020). Efecto de 3 formas de fertilización en cultivo de Maíz variedad DAS 3383, La Troncal-

- Ecuador. Rev Colombiana Cienc Anim. Recia. Obtenido de <https://www.recia.edu.co/index.php/recia/article/view/e750/866>
- Vera, M. (2013). Evaluación de varios programas de fertilización edáfica en dos híbridos de maíz (2B707 y 2B604) en la zona Quevedo durante la época de verano. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a1edd84b-47a3-4b49-8cc4-a2684529ad2e/content>
- Villacís, J. (2021). Evaluación de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) sometido a tres densidades de siembra en la zona de Ventanas, Provincia De Los Ríos. Ventanas – Los Ríos: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1fc43c98-15b5-48c9-9e4e-806757615869/content>
- Villares, J. (2020). Adaptabilidad de nuevos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de alto rendimiento en zonas maiceras del Ecuador. Guayaquil - Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VILLARES%20REA%20JESSICA%20YADIRA\\_compressed.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VILLARES%20REA%20JESSICA%20YADIRA_compressed.pdf)
- Vitra. (2020). La gran importancia del Potasio en las plantas. Obtenido de <https://www.agrovitra.com/media/2022/12/Potasio-Fernanda-Habit.pdf>
- Vyavhare, & Kerns. (2017). FICHA TÉCNICA- Agriotes spp. (Coleoptera: Elateridae) Gusano de alambre. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/633037/Gusanos\\_de\\_alambre.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/633037/Gusanos_de_alambre.pdf)
- Yáñez, C. (2010). INIAP selecciona 8 nuevos híbridos de maíz amarillo. Revista Informativa INIAP 2:25-26, 25-26. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1502>
- Yanez, C., Zambrano, J., & Caicedo, M. (2013). Guía de Producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras. Quito, Ecuador: INIAP, Programa de Maíz. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/iniapscg96.pdf>
- Youri, M. (2024). Comportamiento de 35 híbridos simples de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en la Molina y Barranca. Universidad Nacional La Molina. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/6614/yauri-choquemiriam-juliza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zambrano, J., & Caviedes, M. (2022). Estado actual de la producción de maíz en Ecuador. Quito: INIAP. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5886#:~:text=Resumen%203A,%2D%2022%25%20a%20ma%C3%ADz%20suave>.
- Zurita, M., Johnson, P., & Zaragoza, C. (2014). Biodiversidad de Elateridae (Coleoptera) en México. Mexico: Revista Mexicana de Biodiversidad. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/425/42529679044.pdf>