



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA AGRÍCOLA**

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AGRÍCOLA**

**MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) HÍBRIDO  
ADVANTA A VARIAS DOSIS DE NPK Y FERTILIZANTES  
FOLIARES**

**AUTORES:**

**ÁNGEL ALEJANDRO LOOR LUCAS  
ÁLVARO ADRIÁN NEVAREZ MOREIRA**

**TUTOR**

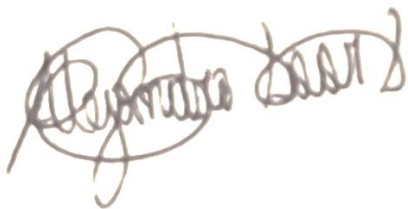
**ING. LUIS PÁRRAGA MUÑOZ, MG.**

**CALCETA, OCTUBRE 2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

**ÁNGEL ALEJANDRO LOOR LUCAS** con cédula de ciudadanía 1314007103 y **ÁLVARO ADRIÁN NEVAREZ MOREIRA** con cédula de ciudadanía 1315135911, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado **RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) HÍBRIDO ADVANTA A VARIAS DOSIS DE NPK Y FERTILIZANTES FOLIARES** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación personal, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

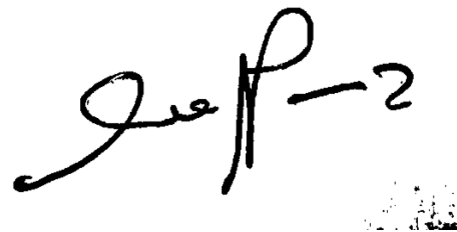
A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del código Orgánico de la Economía Social de los conocimientos, Creatividad e Innovación.



---

ÁNGEL ALEJANDRO LOOR LUCAS

CC: 1314007103



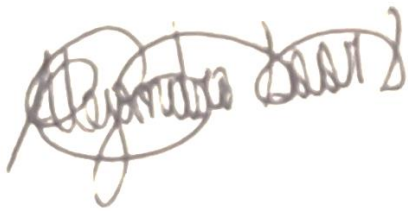
---

ÁLVARO ADRIÁN NEVAREZ MOREIRA

CC: 1315135911

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

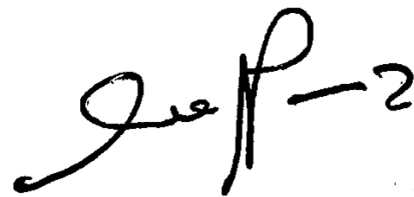
**ÁNGEL ALEJANDRO LOOR LUCAS** con cédula de ciudadanía 1314007103 y **ÁLVARO ADRIÁN NEVAREZ MOREIRA** con cédula de ciudadanía 1315135911, autorizamos a la escuela superior politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del trabajo de Integración curricular titulado **RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) HÍBRIDO ADVANTA A VARIAS DOSIS DE NPK Y FERTILIZANTES FOLIARES**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



---

ÁNGEL ALEJANDRO LOOR LUCAS

CC: 1314007103



---

ÁLVARO ADRIÁN NEVAREZ MOREIRA

CC: 1315135911

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**ING. LUIS E. PÁRRAGA MUÑOZ**, certifica haber tutelado el trabajo de Integración Curricular titulado: **RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) HÍBRIDO ADVANTA A VARIAS DOSIS DE NPK Y FERTILIZANTES FOLIARES**, que ha sido desarrollado por **ÁNGEL ALEJANDRO LOOR LUCAS** y **ÁLVARO ADRIÁN NEVAREZ MOREIRA**, previo la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. LUIS ENRIQUE PÁRRAGA MUÑOZ**

**CC: 1303530552**

**TUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos APROBADO el trabajo de Integración Curricular titulado: **RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) HÍBRIDO ADVANTA A VARIAS DOSIS DE NPK Y FERTILIZANTES FOLIARES**, que ha sido desarrollado por **ÁNGEL ALEJANDRO LOOR LUCAS** y **ÁLVARO ADRIÁN NEVAREZ MOREIRA**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

ING. LENIN VERA MONTENEGRO PHD.

CC: 1309126462

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Ángel Frowen Sacón Cedeño Msc.

**CC: 1310353121**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Reyna Bowen José Lizardo Phd.

**CC: 1309899407**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente a Dios por su eterna bondad de colmarnos de bendiciones día a día, a nuestros padres pilares fundamentales que siempre estuvieron para ser nuestra guía, motivación y apoyo en los buenos y malos momentos y que siempre confiaron, que sí podíamos superarnos.

A nuestra familia en general por su apoyo y optimismo para alcanzar este anhelado sueño y ser quienes nos enseñaron el sentido de la humanidad y el trabajo duro.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos brindó la oportunidad de una educación de calidad y en la cual hemos adquirido conocimientos profesionales día a día.

Igualmente resaltar nuestro infinito agradecimiento a la carrera de Ingeniería Agrícola, a todo el cuerpo docente que impartieron sus enseñanzas, experiencias, consejos de vida a manera profesional y como personas, gracias por las exigencias que nos enseñaron a esforzarnos más cada día y ser mejores, y no podemos concluir sin antes agradecerle a nuestro tutor de Trabajo de Integración Curricular por la colaboración recibida para el desarrollo de este trabajo.

LOS AUTORES

## DEDICATORIA

Principalmente y, en primer lugar, al todopoderoso por permitirnos la existencia al mismo tiempo permitirnos seguir adelante más aún en momentos difíciles y siempre sosteniendo claro por lo que estamos aquí a él le consagramos uno de nuestro mayor y anhelado logro.

A nuestros padres el Sr. Ángel Loor Vera y Sra. Enny Lucas Navarrete, y Sr. Juan Nevárez. y Sra. Alexandra Moreira, gracias por darnos el regalo preciado de la vida por sus consejos dados por su entrega y preocupaciones incondicional, por estar en los momentos de alegrías y tristezas por poner su confianza en nosotros a pesar de las circunstancias.

A nuestros hermanos José, Belén, Juan y Valeria, por brindarnos su apoyo incondicional y desearnos éxitos para lograr nuestro gran anhelado objetivo.

A nuestras compañeras de vida Carolain Zambrano y Jeniffer Alcívar, por sus palabras de confianza, por su amor, su apoyo incondicional y por brindarnos su ayuda para realizarnos profesionalmente.

A mi hijo Lucas Nevarez Alcívar por ser mi mayor fuente de inspiración para culminar con mis objetivos de mi proceso de formación como profesional. A nuestras familias por sus preocupaciones constantes en el progreso como persona y ofrecernos su apoyo incondicional.

A todos nuestros seres queridos y amigos por creer y ofrecernos la confianza imprescindible para lograr cada uno de nuestros objetivos.

**LOS AUTORES**

## CONTENIDO GENERAL

<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....</b>	<b>iii</b>
<b>CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....</b>	<b>iv</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>vi</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>vii</b>
<b>CONTENIDO GENERAL.....</b>	<b>viii</b>
CONTENIDO DE TABLAS.....	xii
CONTENIDO DE ANEXOS.....	xiii
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4. HIPÓTESIS.....	4
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
2.1. ORIGEN DEL CULTIVO DE MAÍZ.....	5
2.2. MORFOLOGÍA DEL MAÍZ.....	6
2.3. FERTILIZACIÓN Y NUTRICIÓN DEL MAÍZ.....	6
2.4. PRINCIPALES MACRONUTRIENTES.....	7
2.4.1. NITRÓGENO.....	7
2.4.2. FÓSFORO.....	7
2.4.3. POTASIO.....	8



2.4.4.	MAGNESIO.....	8
2.4.5.	AZUFRE.....	8
2.5.	PRINCIPALES MICRONUTRIENTES.....	8
2.6.	NUTRICIÓN VÍA FOLIAR EN LAS PLANTAS.....	9
2.6.1.	FERTILIZANTES FOLIARES.....	9
2.7.	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FERTILIZACIÓN FOLIAR.....	10
2.8.	HÍBRIDOS.....	11
2.8.1.	HÍBRIDO ADVANTA.....	11
2.9.	DEMANDA NUTRICIONAL DEL MAÍZ.....	12
<b>CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO</b>		<b>13</b>
3.1.	UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	13
3.2.	MATERIAL EXPERIMENTAL.....	13
3.3.	FACTORES Y NIVELES EN ESTUDIO.....	13
3.3.1.	NIVELES.....	13
3.4.	TRATAMIENTOS.....	15
3.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	16
3.6.	ESQUEMA ADEVA.....	16
3.7.	CARACTERÍSTICA DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL.....	16
3.8.	VARIABLES RESPUESTA.....	17
3.8.1.	ALTURA DE PLANTA (cm).....	17
3.8.2.	ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA (cm).....	17
3.8.3.	DIÁMETRO DE TALLO (cm).....	17
3.8.4.	LONGITUD DE LA MAZORCA (cm).....	17
3.8.5.	DIÁMETRO DE LA MAZORCA (cm).....	17
3.8.6.	HILERAS DE GRANOS POR MAZORCA.....	18
3.8.7.	NÚMEROS DE GRANOS POR HILERAS.....	18
3.8.8.	NÚMEROS DE GRANOS POR MAZORCAS.....	18

3.8.9.	PESO DE 100 GRANOS (g) .....	18
3.8.10.	RENDIMIENTO (Kg ha <sup>-1</sup> ) .....	18
3.9.	MANEJO DEL ENSAYO .....	19
3.9.1.	PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	19
3.9.2.	DEMARCACIÓN DEL TERRENO.....	19
3.9.3.	MATERIAL DE SIEMBRA Y DESINFECCIÓN DE SEMILLAS.....	19
3.9.4.	SIEMBRA.....	20
3.9.5.	RIEGO.....	20
3.9.6.	FERTILIZACIÓN Y APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	20
3.9.7.	CONTROL DE MALEZAS.....	21
3.9.8.	CONTROL DE PLAGAS.....	22
3.9.9.	COSECHA.. .....	22
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>		<b>23</b>
4.1.	EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS DIFERENTES APLICACIONES DE NPK Y FERTILIZANTES FOLIARES EN LA PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DEL MAÍZ ( <i>ZEA MAYS</i> ) HÍBRIDO ADVANTA BAJO CONDICIONES DEL RÍO CARRIZAL.....	23
4.1.1.	ALTURA DE LA PLANTA (cm) .....	23
4.1.2.	ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA (cm).....	24
4.1.3.	DIÁMETRO DE TALLO (cm).....	25
4.1.4.	LONGITUD DE LA MAZORCA (cm).....	26
4.1.5.	DIÁMETRO DE LA MAZORCA (cm) .....	27
4.1.6.	HILERAS DE GRANOS POR MAZORCA .....	28
4.1.7.	NÚMEROS DE GRANOS POR HILERAS .....	30
4.1.8.	NÚMEROS DE GRANOS POR MAZORCAS.....	31
4.1.9.	PESO DE 100 GRANOS (g).....	32
4.1.10.	RENDIMIENTO (Kg ha <sup>-1</sup> ) .....	33

4.2. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA EFICACIA DEL USO DE LOS MINERALES NPK Y FERTILIZANTES FOLIARES EN MAÍZ ( <i>ZEA MAYS</i> ) HÍBRIDO ADVANTA.....	35
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>38</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	38
5.2. RECOMENDACIONES .....	39
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>46</b>

## CONTENIDO DE TABLAS

<b>Tabla 3. 1.</b> Tratamientos .....	15
<b>Tabla 3. 2.</b> Esquema ADEVA.....	16
<b>Tabla 3. 3.</b> Características unidad experimental .....	16
<b>Tabla 3. 4.</b> Requerimientos nutricionales del maíz (1 ton) .....	21
<b>Tabla 3. 5.</b> Análisis de suelo de la ESPAM MFL.....	21
<b>Tabla 4. 1.</b> Análisis de varianza de Altura de las plantas (cm) .....	23
<b>Tabla 4. 2.</b> Media de altura de las plantas (cm) .....	24
<b>Tabla 4. 3.</b> Análisis de varianza de Altura de inserción de mazorca (cm) .....	24
<b>Tabla 4. 4.</b> Media de Altura de inserción de mazorca (cm) .....	25
<b>Tabla 4. 5.</b> Análisis de varianza de diámetro de tallo .....	25
<b>Tabla 4. 6.</b> Análisis de varianza de longitud de mazorca .....	27
<b>Tabla 4. 7.</b> Media de longitud de mazorca .....	27
<b>Tabla 4. 8.</b> Análisis de varianza de diámetro de mazorca .....	28
<b>Tabla 4. 9.</b> Media del diámetro de la mazorca .....	28
<b>Tabla 4. 10.</b> Análisis de varianza de hileras de granos por mazorcas .....	29
<b>Tabla 4. 11.</b> Media de hileras de granos por mazorcas.....	29
<b>Tabla 4. 12.</b> Análisis de varianza de números de granos por hileras .....	30
<b>Tabla 4. 13.</b> Media de números de granos por hileras .....	30
<b>Tabla 4. 14.</b> Análisis de varianza de números de granos por mazorcas .....	31
<b>Tabla 4. 15.</b> Media de números de granos por mazorcas .....	31
<b>Tabla 4. 16.</b> Análisis de varianza de peso de 100 granos .....	32
<b>Tabla 4. 17.</b> Media del peso de 100 granos .....	32
<b>Tabla 4. 18.</b> Análisis de varianza de rendimiento en Kg ha <sup>-1</sup> .....	33
<b>Tabla 4. 19.</b> Media del rendimiento en Kg ha <sup>-1</sup> .....	33
<b>Tabla 4. 20.</b> Valoración económica de la eficacia del uso de los minerales NPK y fertilizantes foliares en maíz ( <i>Zea mays</i> ) híbrido advanta.....	37

## CONTENIDO DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Compilación de datos .....	47
<b>Anexo 2.</b> Preparación del terreno .....	49
<b>Anexo 3.</b> Instalación de Sistema de riego.....	49
<b>Anexo 4.</b> Siembra.....	49
<b>Anexo 5.</b> Fertilizantes foliares .....	50
<b>Anexo 6.</b> Fertilizantes edáficos.....	50
<b>Anexo 7.</b> Preparación del fertilizante foliar .....	50
<b>Anexo 8.</b> Aplicación de fertilizantes edáficos .....	51
<b>Anexo 9.</b> Aplicación de fertilizantes foliares.....	51
<b>Anexo 10.</b> Toma de datos, diámetro de tallo .....	51
<b>Anexo 11.</b> Tratamientos a evaluar en laboratorio .....	52
<b>Anexo 12.</b> Toma de dato, longitud de mazorca .....	52
<b>Anexo 13.</b> Toma de dato, peso de 100 granos .....	52
<b>Anexo 14.</b> Toma de dato, diámetro de mazorca.....	53
<b>Anexo 15.</b> Toma de dato, rendimiento por tratamientos .....	53

## RESUMEN

La aplicación de fertilizantes, es una acción indispensable en el proceso productivo del maíz, debido a que, es un cultivo con una demanda de nutrientes alta y el suelo tiende a mostrar descensos nutricionales, limitando su óptimo desarrollo. La investigación tuvo como objetivo: Determinar la efectividad de varias dosis de Nitrógeno, Fósforo y Potasio (NPK) y fertilizantes foliares sobre la producción y rendimiento del maíz (*Zea mays*) Híbrido Advanta en el valle del Río Carrizal. El experimento se realizó en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López", se manejó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con nueve tratamientos, más un testigo con tres réplicas proporcionando un total de 30 unidades experimentales, con 120 plantas cada una, el análisis de datos se efectuó con ANOVA, la separación de medias con Tukey al 5%. Se evaluaron variables como la altura de la planta, diámetro de tallo, altura de inserción de mazorca, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, hileras de granos por mazorcas, números de granos por hileras, números de granos por mazorcas, peso de 100 granos y rendimiento en kg $\cdot$ ha<sup>-1</sup>. Los resultados mostraron que la dosis 180/80/120 de NPK por hectárea y el fertilizante foliar Metalosato Crop up del tratamiento 6 incrementó el rendimiento del maíz, sin embargo, debido a los costos de producción, los tratamientos T1 (Bayfolan 9-9-7) con una dosis de 160/60/90, y el T4 (Bayfolan 9-9-7) con dosis de 180/80/120 tuvieron una relación beneficio/costo de 1.71 con una rentabilidad del 71,1%. Por ello, se recomienda el uso de estos fertilizantes foliares en los cultivos de maíz.

**Palabras clave:** Maíz, NPK, Fertilizantes, producción, rendimiento

## ABSTRACT

The application of fertilizers is an essential action in the production process of corn, because it is a crop with a high nutrient demand and the soil tends to show nutritional declines, limiting its optimal development. The objective of the research was: to determine the effectiveness of various doses of Nitrogen, Phosphorus and Potassium (NPK) and foliar fertilizers on the production and yield of Advanta Hybrid maize (*Zea mays*) in the Carrizal River valley. The experiment was carried out at Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López", a Randomized Complete Block Design (DBCA) was used with nine treatments, plus a control with three replicates, providing a total of 30 experimental units, with 120 plants each, the data analysis was carried out with ANOVA, the separation of means with Tukey at 5%. Variables such as plant height, stem diameter, ear insertion height, ear length, ear diameter, rows of grains per ear, number of grains per row, number of grains per ear, weight of 100 grains and yield in kg/ha. The results showed that the 180/80/120 dose of NPK per hectare and the foliar fertilizer Metalosato Crop up of treatment 6 increased the corn yield, however, due to production costs, the T1 treatments (Bayfolan 9-9-7) with a dose of 160/60/90, and T4 (Bayfolan 9-9-7) with a dose of 180/80/120 had a benefit/cost ratio of 1.71 with a profitability of 71.1%. Therefore, the use of these foliar fertilizers in corn crops is recommended.

**Keywords:** Corn, NPK, fertilizers, production, yield.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial la producción de maíz es la de mayor abundancia que la de cualquier otro cereal, debido a que anualmente se produce 850 millones de toneladas en grano cultivados en 162 millones de hectáreas, teniendo un promedio de  $5,2 \text{ t ha}^{-1}$  (Yara, 2022). Sin embargo, los cambios que se desarrollan en la temperatura productos del cambio climático, provocan sequía la cual afecta a la producción agrícola en cerca del 60% de las tierras cultivables del trópico, además estos eventos hidro climáticos han afectado en el rendimiento del maíz hasta un 15% anual, causando pérdidas que superan los 16 millones de toneladas por grano (Lafitte, 2017).

En el Ecuador la producción del maíz para el año 2021 fue óptima con 1,6 millones de toneladas métricas en 373.587 hectáreas, sin embargo, en el 2022, la producción maicera disminuyó en un 35%, y llegó apenas a 1,1 millones de toneladas métricas, según indica el Ministerio de Agricultura (2021) esta disminución en la productividad se debe al incremento de los precios de los fertilizantes, además del aumento de migración a otros cultivos de ciclos cortos.

En Manabí la historia no es diferente, según indica El Universo (2022) en el año 2021 se sembraron 90.000 hectáreas, mientras que en el año 2022 se sembró 80.000 hectáreas. Esta baja producción se ha visto afectada durante años por problemas tecnológicos, económicos, y de malas prácticas en cuanto a fertilizaciones edáfica y foliares, siendo estas las más comunes en cuanto a la baja rentabilidad de los cultivos (Murillo, 2017).

El incorrecto manejo del cultivo en específico la fertilización, es una de las causas primordiales responsables de los bajos rendimientos, dónde investigaciones realizadas muestran que los suelos de los valles Portoviejo, Carrizal y Chone muestran bajos contenidos de algunos micronutrientes y en gran mayoría de los casos el nitrógeno y azufre se encuentran presentes en concentraciones insuficientes para alcanzar una producción rentable (Motato y Pincay, 2015).



El consecutivo mal manejo de los cultivos han originado que la capa del perfil de suelo se pierda por erosión y degradación, a su vez provoca la deficiencia de macro y micro nutrientes en el suelo, lo que afecta de manera relativa el proceso productivo del maíz debido a que el requerimiento nutricional de varios materiales de siembra es elevado, y el suelo no cumple con estas necesidades nutricionales, impidiéndole a la planta que tenga a su disposición los nutrientes necesarios en el momento adecuado (Aguilar, 2019).

Por lo anteriormente expuesto se formula la siguiente interrogante de investigación: ¿La aplicación de NPK y fertilizantes foliares en qué porcentaje podrán incrementar la productividad y rentabilidad del cultivo de maíz?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2015) el maíz es definido como un cultivo relevante e importante en el sector agrícola, además de ser uno de los de mayor transcendencia para el sector económico. En el Ecuador la productividad de este cultivo es relativamente baja con rendimientos promedios de  $4,03 \text{ t ha}^{-1}$  lo cual es bajo en relación a otros países americanos como EEUU, Argentina y Brasil que demuestran rendimientos promedios de 10,7; 6,6 y  $5,2 \text{ t ha}^{-1}$  respectivamente y es abismático si lo comparamos con los rendimientos promedios de países del medio oriente como Israel, Kuwait y Jordania con 34, 31 y  $16 \text{ t ha}^{-1}$  respectivamente (FAO, 2015).

El cultivo de maíz es una de las gramíneas de importancia en el país y en la provincia de Manabí, ya que cubre 355,913 hectáreas de la superficie cultivada a nivel nacional considerándose como uno de los principales medios que generan ingresos para muchos agricultores dedicados a la producción de esta gramínea, además de que se enmarca como un referente en el sector industrial avícola y porcina, por eso cada vez se lanzan nuevos materiales que superen los rendimientos, no obstante la aplicación de fertilizantes se ha convertido en un medio que asegura una buena producción e incluso el desarrollo eficiente y correcto de la planta (MAGAP, 2016).

De acuerdo con Farmagro (2016) uno de los primordiales desafíos de la agricultura es de suministrar a los cultivos los nutrientes en cantidades suficientes y necesarias para que los mismos puedan expresar su máximo potencial productivo y para alcanzar un alto potencial de rendimiento se deben de realizar aplicaciones adecuadas de fertilizantes de acuerdo a las necesidades del cultivo proveyéndole las dosis eficaz y precisa, dando los nutrientes adecuados en el momento apropiado.

Según indica Aguilar (2019) los intervalos de macronutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) aplicados al maíz advanta, establecen rendimientos más altos que superan los  $10392.23 \text{ kg ha}^{-1}$ , los cuales se obtienen cuando se aplican entre 160 a 180 kg/ha de nitrógeno, 60 kg/ha de fósforo y de 90 a 150 kg/ha de potasio.

Además, el presente trabajo se adapta de acuerdo a la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible con el objetivo 2 que menciona, poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible, con la meta de aquí a 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezca la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la efectividad de varias dosis de NPK y fertilizantes foliares sobre la producción y el rendimiento del maíz (*Zea mays*) híbrido Advanta en el valle del Río Carrizal.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la eficiencia de las diferentes aplicaciones de NPK y fertilizantes foliares en la producción y rendimiento del maíz (*Zea mays*) híbrido Advanta bajo condiciones del Río Carrizal.

- Valorar económicamente la eficacia del uso de los minerales NPK y fertilizantes foliares en maíz (*Zea mays*) híbrido Advanta.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

La aplicación de varias dosis de NPK y fertilizantes foliares incrementan la productividad y rentabilidad del cultivo de maíz (*Zea mays*) híbrido Advanta.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ORIGEN DEL CULTIVO DE MAÍZ**

El cultivo de maíz con una antigüedad de 10.000 años, dando origen indio y siendo domesticado en zonas de América del Norte y América central ingresando al resto de los países considerándolo uno de los cultivos más tradicionales en zonas altas y tropicales. En Ecuador las provincias con mayores rendimientos en cuánto ha esta gramínea son Los Ríos, Guayas, y Manabí (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2015).

De acuerdo con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA] (2014) la diversidad ambiental en la cual se puede cultivar este cultivo puede variar con una latitud que va desde los 58° de latitud Norte y hasta los 40° de latitud sur, gracias a los nuevos materiales genéticos este cultivo ha llegado a soportar ambientes drásticos como son partes desérticas y húmedas y elevaciones desde 0 a 40 metros sobre el nivel del mar, este es el cultivo con mayor incremento en producción llegando al 35% con respecto a otros años.

En la actualidad el Ecuador presenta un área sembrada correspondientes a 350.000 ha, con rendimientos promedios de 2,5 y 2,8 t ha<sup>-1</sup>; a diferencia de otros países que sobrepasan las 8 t ha<sup>-1</sup> (Chávez, 2016). En 2011 se estimó una producción de 32.2 millones de quintales siendo este cultivo uno de los más sembrados. Manabí es una de las provincias que más superficie utiliza para cultivar maíz, pero también es una de las provincias que tiene los rendimientos más bajos causado por las malas prácticas y la poca capacitación que tienen los agricultores (IICA, 2014).

El mejoramiento genético de los híbridos al igual que la nutrición, son considerados como uno de los componentes del rendimiento del cultivo y limitan su disponibilidad el uso de (NPK) que se ha vuelto indispensable para los productores de maíz considerando también el uso de abonos foliares o bioestimulantes (López et al., 2005).

Esta gramínea es uno de los productos más consumido y necesario tanto como para el hombre como para la alimentación de ciertos animales, con la ayuda de la tecnología y de varios fertilizantes edáficos y foliares se ha modificado la

producción de maíz, en Ecuador el rendimiento de maíz duro específicamente no es tan bueno ya que una gran parte es importada de otros países (Fernández, 2007).

## **2.2. MORFOLOGÍA DEL MAÍZ**

El sistema radical de la planta de maíz es compuesta por una raíz primaria teniendo origen en la radícula lo que hace que tenga un tiempo muy corto en la germinación, posee un sistema de raíces adventicias que surgen a nivel de la corona del tallo entrelazando fuertemente la superficie del suelo el tallo posee forma erecta con una estructura carnosa formadas por nudos convirtiéndose en la parte que sostiene las hojas, posee una estructura flexible con nervaduras fuerte, la inflorescencia es una panícula que se encuentra al final del ápice (Yusmaira et al., 2011).

Los suelos en los cuales el cultivo de maíz puede desarrollar con más facilidad son en superficies estructuradas, con buena fertilidad y que sean profundos para un buen desarrollo en la parte radical de la planta, evitando que se encharquen y que al mismo tiempo tengan la capacidad de poder retener liquido suficiente para la absorción correcta, y el aprovechamiento de nutrientes (Ortas, 2008).

## **2.3. FERTILIZACIÓN Y NUTRICIÓN DEL MAÍZ**

En los últimos años este cultivo ha presentado incrementos en su producción gracias al uso de fertilizante y los progresos de mejoramiento genéticos en híbridos, haciendo materiales más resistentes a plagas y sequías siendo más productivos incrementando el aumento de materia prima teniendo como consecuencia la mayor absorción de nutrientes (Ciampitti y García, 2007).

El cultivo de maíz es producido en su mayoría por productores de bajos recursos, siendo cultivado en suelos con fertilidad muy bajas desconociendo la demanda nutricional de este cultivo, la fertilización es una práctica indispensable para obtener resultados deseados siendo el uso de NPK uno de los más importantes ya que son los que más necesita esta planta para su adecuado rendimiento. Para poder obtener una cosecha con un buen rendimiento se necesita de los principales elementos que son (N, P, K) en cantidades adecuadas teniendo también encuentra el requerimiento nutricional, seguido de un análisis de suelo

para poder hacer un plan de fertilización adecuado también menciona que el requerimiento de este cultivo esta para el Nitrógeno (N) 178 kg, Fósforo (P) 67 Kg y Potasio (K) 191 Kg (Izquierdo, 2012).

Las cantidades de nutrientes que requiere la planta de maíz son aspectos claves para una máxima producción y sobre todo cuando los pequeños y grandes productores de este cereal utilizan maíz híbridos ya que estos son más exigentes para su alto potencial en cuánto a rendimiento, hay numerosos estudios sobre fertilización pero hay diferentes maneras y momentos de aplicar lo cual se vuelve un reto para el agricultor, por la mayoría de estas razones hay una necesidad de generar recomendaciones de fertilización para híbridos de maíz todo con el fin de mejorar la sostenibilidad del sistema productivo (Attanandana y Yost, 2004).

## **2.4. PRINCIPALES MACRONUTRIENTES**

### **2.4.1. NITRÓGENO**

Este se encuentra libre en el aire de forma orgánica constituyendo formación de los tejidos vegetales este elemento es uno de los más importantes en el crecimiento formando parte de cada célula viva las plantas absorben el nitrógeno de forma de iones amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) o como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y aminoácido soluble por el follaje cuando la falta de este elemento hace falta su presencia se torna de color amarillo en las hojas esto se da por que dificulta su síntesis de clorofila (INPOFOS, 2002).

La urea es uno de los materiales con mayor concentración de nitrógeno (46%) debido a su alto contenido es bastante utilizada tanto en cultivo convencional como en sistema de siembra directa se ha demostrado que una gran parte se pierde por medio de la volatilización. Estas pérdidas son mayores cuando la urea se aplica al voleo por eso es más recomendable hacerlo en siembra directa (NETAFIM, 2013).

### **2.4.2. FÓSFORO**

El P se lo puede encontrar en elevadas concentraciones en el tejido vegetal y cumple una función muy importante dentro del metabolismo de las plantas (ATP), algunos cultivos tienen la capacidad de asimilar P del suelo la mayoría de esto se debe a que las plantas tienen ciertas estrategias en cuánto a interacción con

la rizófora permitiendo elevar la captación de P, la absorción de este nutriente por parte de las plantas se da por medio de un sistema dual que se encuentra en rangos de concentración milimolar (Veneklaas y Lambers, 2012).

### **2.4.3. POTASIO**

El potasio a lo igual que los otros elementos es uno de los más influyentes en el desarrollo de los cultivos al igual que el nitrógeno y el fósforo es un elemento que demanda mucho la mayor absorción se la da en los primeros meses del cultivo trabajando la mayor parte en los frutos.

### **2.4.4. MAGNESIO**

Este elemento cumple tres roles en las plantas, uno de ellos es que integra clorofila, potencializa la síntesis e intercambio de azúcares a los granos casi igual al potasio, optimiza la entrada del fósforo a la planta ayudando a el desdoblamiento del ATP (Agroestrategia, 2008).

### **2.4.5. AZUFRE**

Este es un elemento que trabaja en la parte de los aminoácidos cisteína, cistina y metionina sintetizando proteínas también ayuda con algunas vitaminas y coenzimas, cumple algunas funciones de defensa y detoxificación (Aguilar, 2019).

## **2.5. PRINCIPALES MICRONUTRIENTES**

Los micronutrientes son otra parte clave en el desarrollo de las plantas, a comparación de los macronutrientes estos elementos son requeridos por las plantas en cantidades más bajas la presencia de estos elementos permite que las plantas catalicen el proceso redox por la transferencia de electrones los principales elementos son el boro, hierro, manganeso, cobre y molibdeno. La mayoría de estos micronutrientes son constituyentes de enzimas también son transportadores de electrones en la fotosíntesis también ayudan a la parte reproductiva lo que es la floración, polinización, y establecimiento de frutos como son el caso de manganeso, cobre, zinc y boro (Wood et al., 2003).

## 2.6. NUTRICIÓN VÍA FOLIAR EN LAS PLANTAS

En cualquier condición que se desarrollen las plantas la principal fuente de absorción de nutrientes son por la parte radicular, sin embargo, en algunas investigaciones se puede demostrar que los abonos foliares cumplen un rol muy importante ya que cuando alimentamos una planta vía foliar estamos corrigiendo cualquier deficiencia de elementos menores (Malavolta, 1985).

El maíz al igual que otras plantas se alimenta por medio de las hojas con la aplicación de sales disueltas en agua, estas sales penetran las hojas mediante unas pequeñas aperturas llamadas estomas, estas pequeños orificios se pueden encontrar tanto en la parte inferior como en el haz de las hojas aunque los estomas no son la única manera en la que puede haber absorción de nutrientes también lo puede hacer mediante unos espacios submicroscópicos llamados ectodermos por otra parte también se conoce que la hoja se dilata al humedecerse dando espacio a orificios por los cuales puede permitir el ingreso de las soluciones nutritivas (Franke, 1986).

### 2.6.1. FERTILIZANTES FOLIARES

De acuerdo con Lafitte (2017) los fertilizantes foliares que ayudan a obtener un buen rendimiento del maíz advanta son los siguientes:

Bayfolan 9-9-7: Es un fertilizante foliar completo con nutrientes seleccionados para prevenir y corregir deficiencias o carencia de elementos que provocan bajos rendimientos en frutales, hortalizas, cereales, floricultura, etc. Su formulación y concentración es líquido soluble que contiene:

A. Nitrógeno (N):

- En forma de  $\text{NO}_3$  y  $\text{NH}_4$ : 9%
- Fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) como ácido fosfórico: 9%
- Potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ): 7%

Elementos menores en forma de quelatos:

Concentración ml/l:

- Boro (B): 101
- Manganeso (Mn): 160



- Cobalto (Co): 4
- Molibdeno (Mo): 10
- Cobre (Cu): 81
- Zinc (Zn): 60
- Hierro (Fe): 190
- Auxinas (Hormonas de crecimiento vegetal). Ingredientes inertes.

YaraVita Safe K: es un producto líquido altamente concentrado en potasio diseñado para aplicación foliar. Es de acción rápida y móvil dentro de la planta, por lo que es ideal para situaciones en las que la aplicación al suelo no es posible o práctico para superar los problemas de disponibilidad en el suelo. En su composición no contiene cloruro o nitrato, de modo que es adecuado para su uso en una muy amplia gama de cultivos cualquiera que sea la situación. Su composición química es la siguiente:

- 4,5% p/v = 45 g/l Nitrógeno (N) (3,5% p/p)
- 40% p/v = 400 g/l Potasio (K) (28,0%p/p)

Metalosato Crop Up: está diseñado para su aplicación foliar en las plantas para prevenir o corregir las deficiencias de nutrientes que puedan limitar el crecimiento y el rendimiento de los cultivos. Es soluble en agua y no es tóxico para las plantas cuando se aplica según las instrucciones. Su composición química es la siguiente:

- Magnesio (Mg) (Quelado): 0.50%
- Boro (B) (Complejo): 0.025%
- Cobre (Cu) (Quelado): 0.25%
- Hierro (Fe) (Quelado): 0.25%
- Manganeso (Mn) (Quelado): 2.50%
- Zinc (Zn) (Quelado): 1.20%

## **2.7. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FERTILIZACIÓN FOLIAR**

Para hacer una buena fertilización foliar se debe tener en cuenta tres aspectos los de la planta, ambiente, y la formulación foliar por medio del ambiente se debe considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y el

momento de aplicar, por parte de la planta hay que tomar en cuenta a que especie pertenece la planta y que nutrientes son los que más demanda, el estado nutricional, y la edad del cultivo (Kovacs, 1985).

## **2.8. HÍBRIDOS**

El avance que ha tenido individualmente los diferentes tipos de híbridos de maíz en el mundo ha llevado un gran avance a subir producciones al máximo siendo una de las innovaciones en el ámbito de fitomejoramiento, haciendo que este cultivo sea uno de los primeros cultivos al ser sometido a transformaciones tecnológicas haciendo su producción más rápida, la manera en la que se puede acoplar a diferentes tipos de ambientes ha teniendo un excelente recibimiento en zonas tropicales y subtropicales, todas estas características hacen que los agricultores tengan más privilegios por estos productos que genéticamente son mejores (Salazar, 2009).

### **2.8.1. HÍBRIDO ADVANTA**

Híbrido simple de origen tropical y de avanzada genética. Presenta amplia adaptación a las zonas maiceras planta muy productiva y de características deseables para el mercado. Destaca por su alto rendimiento y la coloración de los granos

#### **Características:**

De acuerdo con FARMAGRO (2016) las características del híbrido Advanta son las siguientes:

- Planta vigorosa, de excelente cobertura;
- Alto potencial de rendimiento y muy buena estabilidad de producción;
- Grano característico de color amarillo naranja;
- La planta llega a alcanzar aproximadamente los 2.30 m de altura;
- Hojas semi erectas;
- Fácil de retirar la mazorca de la planta en el despanque resistente a tumbadas.

## **2.9. DEMANDA NUTRICIONAL DEL MAÍZ**

El maíz es uno de los cultivos con mayor demanda nutricional requiere de al menos 16 elementos esenciales para su debido desarrollo clasificándose en minerales que se encuentran en el suelo y son tomados por las raíces en forma inorgánica, los otros minerales que se encuentran en el agua y la atmósfera según la cantidad de nutriente que requiera se los clasifica macronutrientes siendo el caso del nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, en el caso de los micronutrientes encontramos el hierro, cobre, manganeso, boro, molibdeno, zinc y cloro. La falta de alguno de estos elementos genera síntomas de deficiencias en la planta afectando de manera negativa en el rendimiento (Marschener, 2011).

Los métodos que se pueden hacer para un diagnóstico del estado nutricional de la planta y la demanda de elementos en la superficie es mediante análisis de suelo o foliares con este proceso se puede saber que cada tonelada de maíz producido el cultivo tiene una demanda aproximada de 22 kg de nitrógeno, 4 kg de fósforo, 19 kg de potasio, 3 kg de calcio, 3 kg de magnesio, 4 kg de azufre, 20 g de boro, 444 g de cloro, 13 g de cobre, 125 g de hierro, 189 g de manganeso, 1 g de molibdeno y 53 g de zinc. Con estos datos podría diseñarse un plan de nutrición (Ospina, 1999).

# CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

## 3.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO

La investigación se la realizó en el área del campus experimental de la ESPAM-MFL, ubicada en el sitio el Limón, Parroquia Calceta, Cantón Bolívar, Provincia de Manabí, situado geográficamente entre las coordenadas 00°49'23" de latitud sur y 80°11'01" de longitud oeste, a una altitud de 15 m.s.n.m. el trabajo se inició en junio del 2021 hasta octubre del mismo año el cual tuvo una duración de 20 semanas.



Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

Fuente: Google maps pro (2023)

## 3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

El material vegetal que se utilizó fue el Híbrido de maíz Advanta.

## 3.3. FACTORES Y NIVELES EN ESTUDIO

- Dosis NPK
- Fertilizantes Foliare

### 3.3.1. NIVELES

#### Dosis NPK

- ✓ D1: 160/60/90 Kg/ha

✓ D2: 180/80/120 Kg/ha

✓ D3: 200/100/150 Kg/ha

Según indica Gavilánez y Gómez (2021) estos niveles de dosis de NPK se consiguen a través de la ejecución de una regla de tres tal como se muestra a continuación:

### Nitrógeno:

200 kg                      62 500 plantas

X                              1080 p

$$x = 3,456 \text{ kgN} * \frac{1000 \text{ g N}}{1 \text{ Kg N}} = 3456 \text{ gN}$$

$$x = 3456 \text{ g} * \frac{1 \text{ Lb}}{453,59 \text{ g}} = 7,61 \text{ Lb N}$$

### Fósforo

100 kg                      62500 plantas

X                              1080 p

$$x = 1,73 \text{ kgP} * \frac{1000 \text{ g P}}{1 \text{ Kg P}} = 1730 \text{ gP}$$

$$x = 1730 \text{ g} * \frac{1 \text{ Lb}}{453,59 \text{ g}} = 3,81 \text{ Lb P}$$

### Potasio

150 kg                      62500 plantas

X                              1080 p

$$x = 2,59 \text{ kgK} * \frac{1000 \text{ gK}}{1 \text{ Kg K}} = 2590 \text{ gK}$$

$$x = 2590 \text{ g} * \frac{1 \text{ Lb}}{453,59 \text{ g}} = 5,70 \text{ Lb K}$$

$$x = 7,61 \text{ Lb N} + 3,81 \text{ Lb P} + 5,70 \text{ Lb K} = 17,12 \text{ NPK}$$

Este procedimiento se realizó para cada dosis empleada en la investigación. Además, para obtener la dosis de los fertilizantes foliares por cada tratamiento se realizó el siguiente procedimiento:

200 litros de agua            1000 mililitros de fertilizantes

15 litros de agua            x

$$x = \frac{15 \text{ litros de agua} * 1000 \text{ mililitros de fertilizantes}}{200 \text{ litros de agua}}$$

$$x = 75 \text{ mililitros de fertilizantes}$$

### Fertilizantes foliares

- ✓ F1: Bayfolan 9-9-7
- ✓ F2: YaraVita Safe K
- ✓ F3: Metalosato Crop Up

## 3.4. TRATAMIENTOS

La tabla 3.1 muestra los tratamientos y las dosis empleadas para cada uno de ellos, así como los fertilizantes foliares utilizados en la investigación.

Tabla 3. 1. Tratamientos

Nº de tratamientos	Código	Descripción	
		Dosis NPK Kg/ha <sup>-1</sup>	Fertilizantes foliares
1	D1F1	160/60/90	Bayfolan 9-9-7
2	D1F2	160/60/90	YaraVita Safe K.
3	D1F3	160/60/90	Metalosato Crop Up
4	D2F1	180/80/120	Bayfolan 9-9-7
5	D2F2	180/80/120	YaraVita Safe K.
6	D2F3	180/80/120	Metalosato Crop Up
7	D3F1	200/100/150	Bayfolan 9-9-7
8	D3F2	200/100/150	YaraVita Safe K.
9	D3F3	200/100/150	Metalosato Crop Up
10		Testigo Absoluto	

### 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar, (DBCA), con 10 tratamientos y 3 réplicas, y 30 unidades experimentales. El análisis de datos se realizó a través del esquema ANOVA y la separación de medias con la prueba de Tukey 0.05. Para el análisis se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT.

### 3.6. ESQUEMA ADEVA

Tabla 3. 2. Esquema ADEVA

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	29
Tratamiento	9
Dosis NPK	2
Fertilizante foliar	2
DF	4
Testigo vs Resto	1
Repeticiones	2
Error	18

### 3.7. CARACTERÍSTICA DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental tuvo un tamaño de 16,8 m<sup>2</sup> con 6 surcos de 4 metros de longitud distanciados a 0.80m entre surcos, los datos se registraron en los cuatros hileras centrales dejando las dos hileras de los extremos como efecto borde, así mismo dentro de cada hilera se eliminaron las dos plantas de los bordes de cada extremo de las hileras, la densidad poblacional fue de 62.500 plantas /ha<sup>-1</sup>, para lo cual las plantas fueron espaciadas a 0,20 m dentro de las hileras.

Tabla 3. 3. Características unidad experimental

Número de tratamientos	10
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	30
Número de surcos	6
Separación entre surcos	0.80m
Distanciamiento entre plantas dentro de los surcos	0.20m
Población	62.500 plantas /ha <sup>-1</sup>

Longitud de surcos	4m
Separación de bloques	1m
Separación entre repetición	2m
Área toral de la parcela	19.2m <sup>2</sup>
Área total del experimento	610m <sup>2</sup>
Surco útil	4

---

## **3.8. VARIABLES RESPUESTA**

### **3.8.1. ALTURA DE PLANTA (cm)**

Esta variable se evaluó en dos ocasiones, a los 30 y 90 días después de la siembra, se midió con una cinta métrica a 20 plantas por cada tratamiento, desde el nivel del suelo hasta la punta de la panoja.

### **3.8.2. ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA (cm)**

Para obtener los datos de estas variables se midió 10 plantas para cada tratamiento, desde el nivel del suelo hasta la inserción de la mazorca principal, a los 100 días después de la siembra y su valor se promedió en centímetros.

### **3.8.3. DIÁMETRO DE TALLO (cm)**

Se midió con la ayuda de un calibrador a los 30 y 90 días después de la siembra a 10 plantas seleccionadas al azar de la parcela útil.

### **3.8.4. LONGITUD DE LA MAZORCA (cm)**

Se evaluó 10 mazorcas sin brácteas tomadas al azar del área útil de cada parcela y se midió desde la base hasta el ápice de las mismas, luego se promedió su valor en centímetros.

### **3.8.5. DIÁMETRO DE LA MAZORCA (cm)**

Se midió la parte central de la mazorca sin brácteas, con un calibrador, posteriormente se expresó el diámetro en centímetro.



### 3.8.6. HILERAS DE GRANOS POR MAZORCA

Se contó el número de hileras de granos que contiene en 10 mazorcas tomadas al azar de cada tratamiento y posterior se procedió a promediar el valor obtenido.

### 3.8.7. NÚMEROS DE GRANOS POR HILERAS

Se evaluó, contando el número de granos por cada hilera de 10 mazorcas elegidas al azar del área útil de cada tratamiento.

### 3.8.8. NÚMEROS DE GRANOS POR MAZORCAS

Se evaluó contando el número de granos por cada mazorca de 10 de cada tratamiento escogidas al azar del área útil.

### 3.8.9. PESO DE 100 GRANOS (g)

Se tomaron 100 granos al azar en cada uno de los tratamientos del área útil, y se registró el peso en gramo ajustado al 14% de humedad, luego se obtuvo el valor promedio.

### 3.8.10. RENDIMIENTO (Kg ha<sup>-1</sup>)

El rendimiento se determinó por el peso de los granos provenientes de la parcela útil, ajustada al 14% de humedad y transformados a Kg ha<sup>-1</sup>. Para uniformizar el peso se empleará la siguiente fórmula:

$$PU (14\%) = \frac{pa (100 - Ha)}{100 - Hd} \quad [1]$$

Donde:

PU = Peso uniformizado

Pa = peso actual

Ha = Humedad actual

Hd = Humedad deseada

Para expresar el rendimiento en t ha<sup>-1</sup> se utilizará la fórmula siguiente:

$$\text{Rend (Kg ha}^{-1}\text{)} = \frac{PU (10000 \text{ m}^2)}{\text{Area parcela util ( m}^2\text{)}}$$

### 3.9. MANEJO DEL ENSAYO

#### 3.9.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Para la preparación del terreno donde se efectuó la siembra se realizó de forma mecanizada, consistió en un pase de Rome-plow, más un pase de rastra en toda la zona de estudio.

#### 3.9.2. DEMARCACIÓN DEL TERRENO

Se procedió a marcar las unidades experimentales y repeticiones utilizando estaquillas, de acuerdo al siguiente esquema:

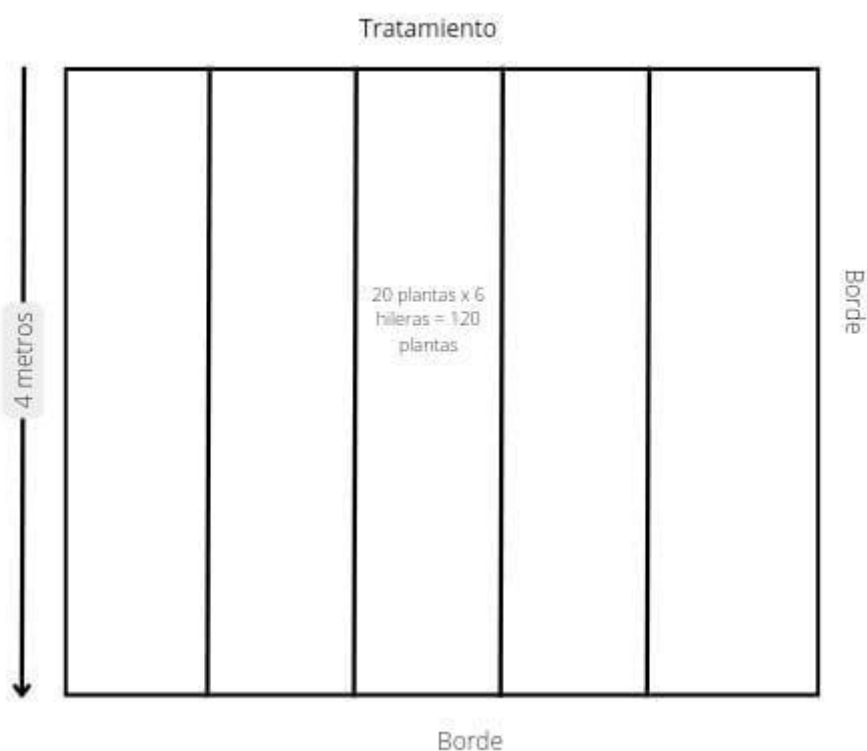


Figura 2. Esquema de siembra del maíz advanta de los tratamientos

#### 3.9.3. MATERIAL DE SIEMBRA Y DESINFECCIÓN DE SEMILLAS

Para el ensayo se utilizó el Híbrido Advanta. Las semillas fueron protegidas con la mezcla insecticida a base de thiametoxan en dosis de 3 cc Kg<sup>-1</sup> de semilla + Thiodicarb en dosis de 15 cc Kg<sup>-1</sup> de semilla, esto se lo realizó con la finalidad de proteger las plántulas durante la emergencia de los insectos chupadores y cortadores.

### **3.9.4. SIEMBRA**

La labor de siembra se efectuó después de un riego, hasta que el suelo quedo en capacidad de campo, se utilizó un espeque y se depositó una semilla por sitio, la distancia de siembra fue de 0.80m x 0.20m con lo que se obtuvo una población de 62500 plantas/ha.

### **3.9.5. RIEGO**

El riego se efectuó dos veces por semana, mediante un sistema por goteo, según indican Caverro et al. (2019) los riegos que se realizan bajo esta periodicidad ayudan a mantener el suelo húmedo, lo que es necesario para que las plantas de maíz crezcan y se desarrollen adecuadamente, el agua también ayuda a prevenir el estrés hídrico, que puede causar daños a las plantas. Además, los autores establecen que el riego de baja frecuencia (dos riegos por semana) aumentan el rendimiento del maíz.

### **3.9.6. FERTILIZACIÓN Y APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS**

La fertilización se realizó de acuerdo a lo que se estableció para el trabajo, siguiendo lo indicado por Aguilar (2019), la aplicación de los tratamientos como es las dosis de NPK se fraccionó en tres partes, a los 10 días después de la siembra, a los 25 días después de la siembra y a los 40 días después de la siembra. La aplicación de las dosis se realizó en suelo húmedo a cinco centímetros de profundidad y al costado de la planta, se utilizó un espeque. La aplicación foliar de igual manera se aplicó en tres partes a los 15 días después de la siembra a los 30 días después de la siembra y a los 45 días después de la siembra, rociando la parte superior, se utilizó una bomba de mochila.

Esta fertilización y aplicación de los tratamientos se realizó mediante los requerimientos nutricionales del maíz (1ton) indicados por Cevallos (2022) establecidos en la siguiente tabla:

**Tabla 3. 4.** Requerimientos nutricionales del maíz (1 ton)

Requerimientos nutricionales del maíz (1ton)	
N	22
P	8
K	19
Ca	3
Mg	3
S	4
Zn	0,053
B	0,02
Fe	0,013
Cu	0,125
Mn	0,189
Mo	0,001

Además, se tuvo como referencia los análisis de suelo efectuados en la ESPAM MFL (2022), siendo estos los siguientes:

**Tabla 3. 5.** Análisis de suelo de la ESPAM MFL

Análisis de suelo	
pH	6,4 ligeramente ácido
NH <sub>4</sub>	12 B ppm
P	49 A ppm
K	1,24 A meq/100ml
Ca	15 A meq/100ml
Mg	5,3 A meq/100ml
S	10 M ppm
Zn	1,6 B ppm
Cu	3,4 M ppm
Fe	18 B ppm
Mn	12,6 M ppm
B	0,80 M ppm

### 3.9.7. CONTROL DE MALEZAS

- Pre emergente: se aplicó la mezcla de los herbicidas Terbutrina + pendimetalin en dosis de 1,5 L ha<sup>-1</sup> + 2,5 L ha<sup>-1</sup> de cada herbicida.
- Post emergente: para arvenses de hoja ancha y coquito, luego del tratamiento en pre emergencia se aplicó Bentazon + MCPA en dosis de 1.5 litros ha<sup>-1</sup> de cada uno.

### **3.9.8. CONTROL DE PLAGAS**

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron plagas para ello se monitoreo la presencia de alguna el cual ocasiono daños económicos en el cultivo como es el caso de gusano cogollero (*spodoptera frugiperda*) que es una de las plagas que más daño ocasiono al cultivo, se aplicó insecticida a base de lanmbdacihalotrina + thiametoxan en dosis de 1 cc L<sup>-1</sup> de agua

### **3.9.9. COSECHA**

Se realizó a los 120 días cuando alcanzó la madurez fisiológica, las mazorcas cosechadas se depositaron en un saco de polipropileno, para la respectiva toma de datos.

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS DIFERENTES APLICACIONES DE NPK Y FERTILIZANTES FOLIARES EN LA PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DEL MAÍZ (*ZEA MAYS*) HÍBRIDO ADVANTA BAJO CONDICIONES DEL RÍO CARRIZAL

#### 4.1.1. ALTURA DE LA PLANTA (cm)

El análisis de varianza estableció una significancia estadística alta para los tratamientos, lo que indica la existencia de diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en los tratamientos que han sido estudiados.

Tabla 4. 1. Análisis de varianza de Altura de las plantas (cm)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	p-valor
Bloque	2	2.58	1.29	0.08	0.923 NS
Tratamiento	9	877.96	97.55	6.11	0.001 **
Error	18	287.44	15.97		
Total	29	1167.98			

\*\* : Altamente significativo; N.S.: No significativo

Las medias de la variable respuesta “altura de la planta (cm)” se presenta en la tabla 4.2 donde se evidencia que el tratamiento T2 (YaraVita Safe K) con una dosis de 160/60/90 logró que la planta tuviera una altura de 185.11 cm lo que es estadísticamente superior a los demás tratamientos, de los cuales el T10 (Testigo absoluto) mostró una menor altura con 166.03 cm, además se presenta una desviación estándar de 3.81 y una media de 182 cm y un Coeficiente de Variación de 2,10%. Estos resultados difieren con los de Aguilar Castro (2019) cuyo tratamiento 226 N / 96 P / 144 K/ha, obtuvo mayor altura de planta, con 216,88 cm, estadísticamente igual a todos los tratamientos, siendo el menor valor para el tratamiento T3 en dosis de 40 % (60 % eficiencia N-P-K), con 114,63 cm.

**Tabla 4. 2.** Media de altura de las plantas (cm)

Tratamientos	Código	Descripción	
		Dosis NPK Kg/ha <sup>-1</sup>	Media de altura de las plantas (cm)
T1: Bayfolan 9-9-7	D1F1	160/60/90	181.58 a
T2: YaraVita Safe K	D1F2	160/60/90	185.11 a
T3: Metalosato Crop Up	D1F3	160/60/90	181.22 a
T4: Bayfolan 9-9-7	D2F1	180/80/120	184.92 a
T5: YaraVita Safe K.	D2F2	180/80/120	180.94 a
T6: Metalosato Crop Up	D2F3	180/80/120	185.11 a
T7: Bayfolan 9-9-7	D3F1	200/100/150	184.03 a
T8: YaraVita Safe K.	D3F2	200/100/150	184.19 a
T9: Metalosato Crop Up	D3F3	200/100/150	182.71 a
T10: Testigo absoluto			166.03 b
<b>Desviación estándar</b>			3.81
<b>Media</b>			182
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>			2.10

\*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

#### 4.1.2. ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA (cm)

En la tabla 4.3 se muestra que por medio del análisis de varianza se determinó una significancia estadística alta para los tratamientos, ya que existe una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en los tratamientos que han sido estudiados.

**Tabla 4. 3.** Análisis de varianza de Altura de inserción de mazorca (cm)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	p-valor
<b>Bloque</b>	2	92.26	46.13	1.62	0.225 NS
<b>Tratamiento</b>	9	1685.63	187.29	6.60	0.000 **
<b>Error</b>	18	511.07	28.39		
<b>Total</b>	29	2288.96			

\*\* : Altamente significativo; N.S.: No significativo

La tabla 4.4 presenta las medias de altura de inserción de la mazorca (cm) en la cual el T8 (YaraVita Safe K) tuvo una media mayor con 132.917cm, y el T5 (YaraVita Safe K) con una dosis 200/100/150 tuvo una media inferior de 122.17 cm. Asimismo se muestra que la Desviación estándar de esta variable fue de 5.49 su media fue de 125 cm y el Coeficiente de Variación que obtuvo fue de 4%. Estos resultados son similares a los expuesto por Aguilar (2019) cuya altura

de inserción osciló entre 116 y 105 cm, esto indica una igualdad estadística para los tratamientos que recibieron fertilización presentando plantas de mayor tamaño en relación a las que no recibieron ningún tipo de fertilizante.

**Tabla 4. 4.** Media de Altura de inserción de mazorca (cm)

Tratamientos	Código	Descripción	
		Dosis NPK Kg/ha <sup>-1</sup>	Media de Altura de inserción de mazorca (cm)
T1: Bayfolan 9-9-7	D1F1	160/60/90	122.97 a
T2: YaraVita Safe K	D1F2	160/60/90	132.83 a
T3: Metalosato Crop Up	D1F3	160/60/90	123.08 a
T4: Bayfolan 9-9-7	D2F1	180/80/120	130.25 a
T5: YaraVita Safe K.	D2F2	180/80/120	126.33 a
T6: Metalosato Crop Up	D2F3	180/80/120	122.17 ab
T7: Bayfolan 9-9-7	D3F1	200/100/150	131.67 a
T8: YaraVita Safe K.	D3F2	200/100/150	132.917 a
T9: Metalosato Crop Up	D3F3	200/100/150	124.25 a
T10: Testigo absoluto			106.03 b
<b>Desviación estándar</b>			5.49
<b>Media</b>			125
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>			4

\*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

#### 4.1.3. DIÁMETRO DE TALLO (cm)

El análisis de varianza para la variable respuesta diámetro de tallo (cm) se presenta en la tabla 4.5 estableció una alta significancia estadística debido a que el p-valor  $< 0.05$  para los bloques y los tratamientos en estudio.

**Tabla 4. 5.** Análisis de varianza de diámetro de tallo

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	p-valor
<b>Bloque</b>	2	9.94	4.97	0.71	0.005 **
<b>Tratamiento</b>	9	8.66	9.62	1.37	0.000 **
<b>Error</b>	18	1.27	0.70		
<b>Total</b>	29	19.87			

\*\* : Altamente significativo; N.S.: No significativo

La tabla 4.6 presenta las medias de diámetro del tallo (cm) en el cual el tratamiento T8 (YaraVita Safe K) tuvo un mayor diámetro con 2.83 cm y el de



menor media fue el T10 (Testigo absoluto) con 2.17 cm. También se establece la Desviación estándar con 1.06 y una media de 2.6 cm con un Coeficiente de Variación de 0.4%. Estos resultados son similares a los obtenidos por Aguilar (2019) cuyo tratamiento con 90% de eficiencia de N-P-K llegó a 2.58 cm de diámetro, difiriendo con los expuestos por Villafuerte et al. (2018) cuyos valores oscilaron en 1.3 a 1.8 cm. Sin embargo, indicaron que el diámetro del tallo del cultivo de maíz cumple un rol importante en para determinar un buen llenado del grano de la mazorca para obtener un mayor rendimiento.

**Tabla 4. 6.** Media de diámetro de tallo

Tratamientos	Código	Descripción	
		Dosis NPK Kg/ha <sup>-1</sup>	Media de diámetro de tallo
T1: Bayfolan 9-9-7	D1F1	160/60/90	2.58 a
T2: YaraVita Safe K	D1F2	160/60/90	2.75 a
T3: Metalosato Crop Up	D1F3	160/60/90	2.70 a
T4: Bayfolan 9-9-7	D2F1	180/80/120	2.71 a
T5: YaraVita Safe K.	D2F2	180/80/120	2.70 a
T6: Metalosato Crop Up	D2F3	180/80/120	2.67 a
T7: Bayfolan 9-9-7	D3F1	200/100/150	2.65 a
T8: YaraVita Safe K.	D3F2	200/100/150	2.83 a
T9: Metalosato Crop Up	D3F3	200/100/150	2.65 a
T10: Testigo absoluto			2.17 b
<b>Desviación estándar</b>			1.06
<b>Media</b>			2.6
<b>Coeficiente de Variación (%)</b>			0.4

\*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

#### 4.1.4. LONGITUD DE LA MAZORCA (cm)

La variable de respuesta longitud de la mazorca (cm) mostró en el análisis de varianza una alta significancia estadística en los tratamientos estudiados, tal como se muestra en la tabla 4.7.

**Tabla 4. 7.** Análisis de varianza de longitud de mazorca

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	p-valor
Bloque	2	0.194	0.0973	0.69	0.514 NS
Tratamiento	9	20.081	2.2312	15.82	<0.0001 **
Error	18	2.538	0.1410		
Total	29	22.814			

\*\* : Altamente significativo; N.S.: No significativo

Las medias de la variable longitud de la mazorca (cm) se exhiben en la tabla 4.8 donde se observa que el tratamiento T1 (Bayfolan 9-9-7) con una dosis de 160/60/90 tuvo una media mayor de 16.03 cm y el de menor media fue el T10 (Testigo absoluto) con 13.13 cm. Se visualiza que la desviación estándar es de 0.369, la media absoluta fue de 15 y el Coeficiente de Variación es de 2.5%.

**Tabla 4. 8.** Media de longitud de mazorca

Tratamientos	Código	Descripción	
		Dosis NPK Kg/ha <sup>-1</sup>	Media de longitud de mazorca
T1: Bayfolan 9-9-7	D1F1	160/60/90	16.03 a
T2: YaraVita Safe K	D1F2	160/60/90	15.80 ab
T3: Metalosato Crop Up	D1F3	160/60/90	14.90 b
T4: Bayfolan 9-9-7	D2F1	180/80/120	15.97 ab
T5: YaraVita Safe K.	D2F2	180/80/120	15.67 ab
T6: Metalosato Crop Up	D2F3	180/80/120	15.60 ab
T7: Bayfolan 9-9-7	D3F1	200/100/150	14.93 b
T8: YaraVita Safe K.	D3F2	200/100/150	15.80 ab
T9: Metalosato Crop Up	D3F3	200/100/150	15.30 ab
T10: Testigo absoluto			13.13 c
<b>Desviación estándar</b>			0.369
<b>Media</b>			15
<b>Coeficiente de Variación (%)</b>			2.5

\*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

#### 4.1.5. DIÁMETRO DE LA MAZORCA (cm)

El análisis de varianza para la variable respuesta diámetro de la mazorca (cm) no es significativo estadísticamente debido a que el p-valor es mayor a 0.05, tal como se muestra en la tabla 4.9.

Tabla 4. 9. Análisis de varianza de diámetro de mazorca

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	p-valor
Bloque	2	8.09	0.4	0.28	0.08 NS
Tratamiento	9	6.3	0.7	0.48	0.086 NS
Error	18	2.6	0.15		
Total	29	16.99			

\*\* : Altamente significativo; N.S.: No significativo

La tabla 4.10 se observa las medias del diámetro de mazorca, donde el tratamiento T6 (Metalosato Crop Up) con una dosis de 180/80/120 mostró una media de 5.1 cm y el T5 (YaraVita Safe K) obtuvo menor media en el diámetro de la mazorca con 4.94 cm. La desviación estándar obtenida fue de 1.3 y la media observada estuvo comprendida por 5 cm, cuyo coeficiente de Variación fue del 0.26%.

Tabla 4. 10. Media del diámetro de la mazorca

Tratamientos	Código	Descripción	
		Dosis NPK Kg/ha <sup>-1</sup>	Media de diámetro de mazorca
T1: Bayfolan 9-9-7	D1F1	160/60/90	5.5 a
T2: YaraVita Safe K	D1F2	160/60/90	4.98 a
T3: Metalosato Crop Up	D1F3	160/60/90	4.96 a
T4: Bayfolan 9-9-7	D2F1	180/80/120	5.02 a
T5: YaraVita Safe K.	D2F2	180/80/120	4.94 a
T6: Metalosato Crop Up	D2F3	180/80/120	5.1 a
T7: Bayfolan 9-9-7	D3F1	200/100/150	4.9 a
T8: YaraVita Safe K.	D3F2	200/100/150	5 a
T9: Metalosato Crop Up	D3F3	200/100/150	5.04 a
T10: Testigo absoluto			4.9 a
<b>Desviación estándar</b>			1.3
<b>Media</b>			5
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>			0.26

\*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

#### 4.1.6. HILERAS DE GRANOS POR MAZORCA

En la tabla 4.11 se observa el análisis de varianza para la variable respuesta hileras de granos por mazorca donde las fuentes de variación (bloque y

tratamiento) son altamente significativas estadísticamente, debido a que el  $p < 0.05$ .

**Tabla 4. 11.** Análisis de varianza de hileras de granos por mazorcas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	p-valor
<b>Bloque</b>	2	5.617	2.8083	7.49	0.004 **
<b>Tratamiento</b>	9	13.840	1.5378	4.10	0.005 **
<b>Error</b>	18	6.750	0.3750		
<b>Total</b>	29	26.207			

\*\* : Altamente significativo; N.S.: No significativo

El tratamiento T1 (Bayfolan 9-9-7) con una dosis 160/60/90 obtuvo una media mayor de hilera de granos por mazorcas con 18.16 y el T10 (Testigo absoluto) alcanzó una media de 15.66. La desviación estándar fue de 0,79 con una media de 17.57 cuyo coeficiente de Variación fue de 4.5% (tabla 4.12).

**Tabla 4. 12.** Media de hileras de granos por mazorcas

Tratamientos	Código	Descripción	
		Dosis NPK Kg/ha <sup>-1</sup>	Media de hileras de granos por mazorcas
T1: Bayfolan 9-9-7	D1F1	160/60/90	18.16 a
T2: YaraVita Safe K	D1F2	160/60/90	17.73 ab
T3: Metalosato Crop Up	D1F3	160/60/90	17.33 ab
T4: Bayfolan 9-9-7	D2F1	180/80/120	18 a
T5: YaraVita Safe K.	D2F2	180/80/120	17.60 ab
T6: Metalosato Crop Up	D2F3	180/80/120	17.86 ab
T7: Bayfolan 9-9-7	D3F1	200/100/150	18.06 a
T8: YaraVita Safe K.	D3F2	200/100/150	17.50 ab
T9: Metalosato Crop Up	D3F3	200/100/150	17.73 ab
T10: Testigo absoluto			15.66 b
<b>Desviación estándar</b>			0,79
<b>Media</b>			17.57
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>			4.5

\*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

#### 4.1.7. NÚMEROS DE GRANOS POR HILERAS

El análisis de varianza para la variable de respuesta de números de granos por hileras es significativo estadísticamente ya que el p-valor <0.05 para los tratamientos estudiados.

**Tabla 4. 13.** Análisis de varianza de números de granos por hileras

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	p-valor
Bloque	2	4.595	2.297	1.13	0.345 NS
Tratamiento	9	201.427	22.381	11.00	<0.0001 **
Error	18	36.632	2.035		
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>242.654</b>			

\*\* : Altamente significativo; N.S.: No significativo

En la tabla 4.14 se exhibe la media del número de granos por hileras, donde el tratamiento con mayor media es el T4 (Bayfolan 9-9-7) con 39.73 y el de menor media es el T10 (Testigo absoluto) con 30.37 en el cual se muestra una desviación estándar de 1.44 con una media de 37.88 y un coeficiente de Variación de 3.8%.

**Tabla 4. 14.** Media de números de granos por hileras

Tratamientos	Código	Descripción	
		Dosis NPK Kg/ha <sup>-1</sup>	Media de números de granos por hileras
T1: Bayfolan 9-9-7	D1F1	160/60/90	39.50 a
T2: YaraVita Safe K	D1F2	160/60/90	39.10 a
T3: Metalosato Crop Up	D1F3	160/60/90	38.33 a
T4: Bayfolan 9-9-7	D2F1	180/80/120	39.73 a
T5: YaraVita Safe K.	D2F2	180/80/120	37.93 a
T6: Metalosato Crop Up	D2F3	180/80/120	37.87 a
T7: Bayfolan 9-9-7	D3F1	200/100/150	37.77 a
T8: YaraVita Safe K.	D3F2	200/100/150	39.20 a
T9: Metalosato Crop Up	D3F3	200/100/150	38.97 a
T10: Testigo absoluto			30.37 b
<b>Desviación estándar</b>			1.44
<b>Media</b>			37.88
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>			3.8

\*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey (p<0.05)

#### 4.1.8. NÚMEROS DE GRANOS POR MAZORCAS

La tabla 4.15 muestra el análisis de varianza de números de granos por mazorcas, en la cual el p-valor de las fuentes de variación fue no significativos estadísticamente.

**Tabla 4. 15.** Análisis de varianza de números de granos por mazorcas

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	p-valor
<b>Bloque</b>	2	26039	13019	2.26	0.134 NS
<b>Tratamiento</b>	9	36359	4040	0.70	0.701 NS
<b>Error</b>	18	103881	5771		
<b>Total</b>	29	166279			

\*\* : Altamente significativo; N.S.: No significativo

La media del número de granos por mazorcas se muestra en la tabla 4.16 donde el tratamiento T1 (Bayfolan 9-9-7) tuvo mayor media con 718.3 y el tratamiento T10 (Testigo absoluto) obtuvo una menor media con 474.3. La desviación estándar fue de 40.61 además la media de los tratamientos fue de 667.63 con un coeficiente de Variación 6.1%.

**Tabla 4. 16.** Media de números de granos por mazorcas

Tratamientos	Código	Descripción	
		Dosis NPK Kg/ha <sup>-1</sup>	Media de números de granos por mazorcas
T1: Bayfolan 9-9-7	D1F1	160/60/90	718.3 a
T2: YaraVita Safe K	D1F2	160/60/90	692.7 a
T3: Metalosato Crop Up	D1F3	160/60/90	663.7 a
T4: Bayfolan 9-9-7	D2F1	180/80/120	716.0 a
T5: YaraVita Safe K.	D2F2	180/80/120	667.3 a
T6: Metalosato Crop Up	D2F3	180/80/120	675.3 a
T7: Bayfolan 9-9-7	D3F1	200/100/150	690.0 a
T8: YaraVita Safe K.	D3F2	200/100/150	687.0 a
T9: Metalosato Crop Up	D3F3	200/100/150	691.67 a
T10: Testigo absoluto			474.3 b
<b>Desviación estándar</b>			40.61
<b>Media</b>			667.63
<b>Coeficiente de Variación (%)</b>			6.1

\*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

#### 4.1.9. PESO DE 100 GRANOS (g)

La variable de respuesta peso de 100 granos en el análisis de varianza obtuvo una significancia estadística alta en la fuente de variación bloque cuyo p-valor fue menor a 0.05 y en el tratamiento no fue significativo estadísticamente.

**Tabla 4. 17.** Análisis de varianza de peso de 100 granos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	p-valor
<b>Bloque</b>	2	30.85	15.424	7.80	0.004 **
<b>Tratamiento</b>	9	28.25	3.139	1.59	0.193 NS
<b>Error</b>	18	35.59	1.977		
<b>Total</b>	29	94.68			

\*\* : Altamente significativo; N.S.: No significativo

La tabla 4.18 exhibe la media del peso de 100 granos, donde el tratamiento con mayor media fue el T1 (Bayfolan 9-9-7) con 28.88 y el de menor media fue de T10 (Testigo absoluto) con 25.58, además se muestra una desviación estándar de 1.823 una media absoluta de 27.34 y un coeficiente de Variación del 6.7%.

**Tabla 4. 18.** Media del peso de 100 granos

Tratamientos	Código	Descripción	
		Dosis NPK Kg/ha <sup>-1</sup>	Media del peso de 100 granos
T1: Bayfolan 9-9-7	D1F1	160/60/90	28.88 a
T2: YaraVita Safe K	D1F2	160/60/90	27.28 a
T3: Metalosato Crop Up	D1F3	160/60/90	27.72 a
T4: Bayfolan 9-9-7	D2F1	180/80/120	26.33 a
T5: YaraVita Safe K.	D2F2	180/80/120	27.05 a
T6: Metalosato Crop Up	D2F3	180/80/120	28.60 a
T7: Bayfolan 9-9-7	D3F1	200/100/150	27.76 a
T8: YaraVita Safe K.	D3F2	200/100/150	27.72 a
T9: Metalosato Crop Up	D3F3	200/100/150	26.44 a
T10: Testigo absoluto			25.58 a
<b>Desviación estándar</b>			1.823
<b>Media</b>			27.34
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>			6.7

\*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

#### 4.1.10. RENDIMIENTO (Kg ha<sup>-1</sup>)

El análisis de varianza para la variable de respuesta rendimiento (Kg ha<sup>-1</sup>) fue no significativo estadísticamente para la fuente de variación (bloque y tratamientos), tal como se presenta en la tabla 4.19.

**Tabla 4. 19.** Análisis de varianza de rendimiento en Kg ha<sup>-1</sup>

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	p-valor
<b>Bloque</b>	2	14512299.67	1319299.97	1.17	0.369 NS
<b>Tratamiento</b>	9	12392382.80	1376931.42	1.22	0.340 NS
<b>Error</b>	18	20251869.80			
<b>Total</b>	29	47156552.27			

\*\* : Altamente significativo; N.S.: No significativo

El rendimiento ajustado al 14% de humedad, obtenido con los tratamientos estudiados se presenta en la tabla 4.20, donde el tratamiento con mayor media fue el T6 (Metalosato Crop Up) con 14096.67 Kg ha<sup>-1</sup> y el Testigo mostró un rendimiento menor con 11589.57 Kg ha<sup>-1</sup>. La desviación estándar fue de 3077,86 con una media de 11064,46 y un coeficiente de Variación del 8.11%.

**Tabla 4. 20.** Media del rendimiento en Kg ha<sup>-1</sup>

Tratamientos	Código	Descripción	
		Dosis NPK Kg/ha <sup>-1</sup>	Media del rendimiento en Kg ha <sup>-1</sup>
T1: Bayfolan 9-9-7	D1F1	160/60/90	13265.67 a
T2: YaraVita Safe K	D1F2	160/60/90	13330.33 a
T3: Metalosato Crop Up	D1F3	160/60/90	13542.33 a
T4: Bayfolan 9-9-7	D2F1	180/80/120	13290 a
T5: YaraVita Safe K.	D2F2	180/80/120	12639.67 a
T6: Metalosato Crop Up	D2F3	180/80/120	14096.67 a
T7: Bayfolan 9-9-7	D3F1	200/100/150	12570 a
T8: YaraVita Safe K.	D3F2	200/100/150	13118 a
T9: Metalosato Crop Up	D3F3	200/100/150	13336.33 a
T10: Testigo absoluto			11589.57 a
<b>Desviación estándar</b>			8.11
<b>Media</b>			13077.87
<b>Coeficiente de Variación (%)</b>			8.11

\*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey (p<0.05)



En base a estos resultados en la evaluación de la eficiencia de las diferentes aplicaciones de NPK y fertilizantes foliares en la producción y rendimiento del maíz (*zea mays*) híbrido advanta bajo condiciones del río carrizal se observó que el tratamiento T1 (Bayfolan 9-9-7) con una dosis de 160/60/90 ya que este tratamiento estuvo presente en cuatro de las diez variables de respuesta del estudio. Sin embargo, se ha determinado que el Tratamiento T10 (testigo absoluto) obtuvo la menor media en ocho de las variables respuestas. Esto confirma la hipótesis donde se indica que con la aplicación de varias dosis de NPK y fertilizantes foliares se promueve un crecimiento vigoroso e incrementa la productividad y rentabilidad del cultivo de maíz (*Zea mays*) híbrido Advanta.

De acuerdo con lo expuesto por Gusmán (2018) el fertilizante foliar denominado Bayfolan 9-9-7 es uno de los fertilizantes con mayores nutrientes seleccionados para prevenir y corregir la falta de elementos que ocasionan rendimientos bajos en los vegetales y en los cultivos de maíz han tenido buen rendimiento. Concordando con lo anterior Ponce (2020) menciona que el Bayfolan 9-9-7 mejora la capacidad productora, adicionando hormonas de crecimiento y vitaminas, con esto el resultado de crecimiento en los cultivos de maíz es óptimo a pesar de las inclemencias del clima como las sequías, exceso de humedad, plagas y otras enfermedades.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP] (2021) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG] (2021) indican que en Manabí se han utilizado sembríos con el híbrido advanta logrando producciones de 3.5 toneladas métricas por hectárea, es decir 3,400.000.00 kg. Por su parte, Merchán (2020) menciona que la utilización de híbridos del cultivo de maíz tiene un potencial genético alto, debido a que se enfoca en la fertilización, esto aumenta el rendimiento y retribución económica que ayuda a solventar la inversión.

Además, Ponce (2020) menciona que, en su estudio, el bayfolan destacó en la producción de frutos de mayor longitud, diámetro y peso, lo que resultó con un mayor rendimiento por hectárea, sobrepasando el 1308.59 y 3089.28 kg ha<sup>-1</sup> a lhumix-DG y humus de lombriz, respectivamente, esto se puede atribuir a un

mayor grado de asimilación, así como un mayor aporte nutricional, que potenció significativamente estos indicadores.

De acuerdo con la investigación de Merchán (2020) son valores óptimos ya que en su estudio obtuvieron un rendimiento por hectárea que fluctuó entre 14623,75 a 19614,38 kg. Además, son valores similares a los determinados por Aguilar (2019) con un promedio de 5433.96 kg ha<sup>-1</sup>.

#### **4.2. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA EFICACIA DEL USO DE LOS MINERALES NPK Y FERTILIZANTES FOLIARES EN MAÍZ (*ZEA MAYS*) HÍBRIDO ADVANTA.**

En la tabla 4.21 se visualiza la valoración económica de la eficacia del uso de los minerales NPK y fertilizantes. Se visualiza que la aplicación del tratamiento T6 (Metalosato Crop Up) con una dosis de 180/80/120, causó el mayor rendimiento de 14097.67 kg ha<sup>-1</sup> (141 qq) lo que permitió obtener un ingreso bruto de \$ 2.607,88 considerando un costo fijo de \$ 100 a un costo de tratamiento de \$21,05 y costo variable de \$ 1.409,7 obteniendo un costo total de \$ 1.530,7 lo que generó un ingreso neto de \$ 1.077,17 y su relación beneficio/costo fue de 1.70 esto indica que por cada dólar invertido se obtuvo una ganancia de \$ 0.70 (rentabilidad 70,4%). Sin embargo, los tratamientos T1 (Bayfolan 9-9-7) con una dosis de 160/60/90, y el T4 (Bayfolan 9-9-7) con dosis de 180/80/120 tuvieron una relación beneficio/costo de 1.71 con una rentabilidad del 71,1%, como se observa este tratamiento tuvo mayor rentabilidad que el T6, debido a que el costo del tratamiento fue menor.

También se presenta que el tratamiento T5 (YaraVita Safe K) y T9 (Metalosato Crop Up) tuvo menos beneficio/costo con 1,69 su rentabilidad fue de 69,6%. Diversos autores indican que la diferencia entre diferentes tratamientos se debe a que, en ciertas áreas de cultivo, no se logra obtener la rentabilidad económica adecuada porque las características y el manejo continuo del suelo de la manera tradicional promueve cambios importantes en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, con efectos negativos en el rendimiento de los cultivos y en el ambiente (Lafitte, 2017).

De acuerdo con Ledesma (2022) la utilidad económica de la combinación híbrido/nitrógeno a través del índice beneficio/costo, que evidenció en su estudio, los tratamientos generaron rentabilidad, sin embargo, el valor más alto fue dado por el híbrido Emblema + 100 kg/haN con \$1,10. Mientras, el valor más bajo fue generado por el híbrido Trueno + 200 kg/haN \$0,80. Por su parte, Ponce (2020) indica que el análisis económico de los tratamientos estudiados en su investigación mostró que la aplicación de 1.5 l/ha de Basfoliar algae produjo el mayor rendimiento con 7310.3 Kg/ha, generando un ingreso neto de \$ 755.88, y relación beneficio/costo de 1.42, lo que significa una rentabilidad del 42%.

**Tabla 4. 21.** Valoración económica de la eficacia del uso de los minerales NPK y fertilizantes foliares en maíz (*Zea mays L.*) híbrido advanta

Tratamientos	Código	Descripción										
		Dosis NPK Kg/ha <sup>-1</sup>	Rendimiento en Kg/ha	Rendimiento en qq/ha	Ingreso bruto (\$)	Costo del tratamiento (\$)	Costo variable (\$)	Costo fijo (\$)	Costo total (\$)	Ingreso neto (\$)	B/C	Rentabilidad (%)
T1: Bayfolan 9-9-7	D1F1	160/60/90	13265.67	132,7	2454,15	\$7,63	1326,6	100	1434,2	1019,95	1,71	71,1%
T2: YaraVita Safe K	D1F2	160/60/90	13330.33	133,3	2466,11	\$15,00	1333,0	100	1448,0	1018,08	1,70	70,3%
T3: Metalosato Crop Up	D1F3	160/60/90	13542.33	135,4	2505,33	\$21,05	1354,2	100	1475,3	1030,05	1,69	69,8%
T4: Bayfolan 9-9-7	D2F1	180/80/120	13290	132,9	2458,65	\$7,63	1329,0	100	1436,6	1022,02	1,71	71,1%
T5: YaraVita Safe K.	D2F2	180/80/120	12639.67	126,4	2338,34	\$15,00	1264,0	100	1379,0	959,37	1,69	69,6%
T6: Metalosato Crop Up	D2F3	180/80/120	14096.67	141,0	2607,88	\$21,05	1409,7	100	1530,7	1077,17	1,70	70,4%
T7: Bayfolan 9-9-7	D3F1	200/100/150	12570	125,7	2325,45	\$7,63	1257,0	100	1364,6	960,82	1,70	70,41%
T8: YaraVita Safe K.	D3F2	200/100/150	13118	131,2	2426,83	\$15,00	1311,8	100	1426,8	1000,03	1,70	70,1%
T9: Metalosato Crop Up	D3F3	200/100/150	13336.33	133,4	2467,22	\$21,05	1333,6	100	1454,7	1012,54	1,69	69,6%
T10: Testigo absoluto			11589,57	115,9	2144,07		1159,0	100	1259,0	885,11	1,7	70,3%

**Precio de venta del maíz:** \$ 0.185/Kg (\$ 18.50/ quintal); **Costo fijo:** \$ 100 (Costo de todas las labores del cultivo a excepción de la aplicación de los abonos foliares y la cosecha) **Precio Bayfolan 9-9-7:** \$7,63. **Precio YaraVita Safe K:** \$15/litro; **Precio Metalosato Crop Up:** \$21,05. **Ingreso bruto:** Rendimiento \* Precio de venta. **Costo tratamiento:** costo de los abonos foliares (se excluyó el costo de los jornales por aplicarse conjuntamente con el control de plagas y enfermedades) **Costo variable:** \$ 0.1/Kg (Incluye cosecha + transporte + secado + limpieza por cada kilogramo de maíz cosechado). **Costo total:** Costo de tratamiento + Costo variable + Costo fijo. **Ingreso neto:** Ingreso bruto – Costo total.

# CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. CONCLUSIONES

En este proyecto de investigación se concluye que:

- La eficiencia de las diferentes aplicaciones de NPK y fertilizantes foliares en la producción y rendimiento del maíz (*Zea mays*) se estableció por medio del rendimiento ajustado al 14% de humedad, en el cual el tratamiento T6 (Metalosato Crop Up) con una dosis de 180/80/120 tuvo un rendimiento de 14096.67 kg ha<sup>-1</sup> o 141 qq ha<sup>-1</sup>.
- La valoración económica de los tratamientos en estudio, indicó los tratamientos de menor ingreso neto fueron el T5 (YaraVita Safe K) con una dosis de 180/80/120 y el T9 (Metalosato Crop Up) con una dosis de 200/100/150 obtuvieron un beneficio/costo de 1,69 cuya rentabilidad fue de 69,6%. Mientras que los tratamientos T1 (Bayfolan 9-9-7) con una dosis de 160/60/90, y el T4 (Bayfolan 9-9-7) con dosis de 180/80/120 tuvieron una relación beneficio/costo de 1.71 con una rentabilidad del 71,1%.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones se recomienda utilizar mayor variedad de híbridos de maíz (*Zea mayz L.*) para definir mayores diferencias en los tratamientos utilizados y generar una respuesta positiva en los cultivos.
- Promover la utilización de fertilizantes foliares sobre la producción y el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) a pequeños y medianos productores, con la finalidad de que se aumente la producción y la rentabilidad económica sea mayor.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J. F. (2019). Evaluación de los diferentes niveles de fertilizantes con NPK en el cultivo de maíz (*Zea mays*) sembrado en condiciones de secano en la zona de ventanas. Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Repositorio institucional <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3850/1/T-UTEQ-0198.pdf>.
- Aguilar, A. (2019). Respuesta a niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de maíz (*Zea mays*, L), en condiciones de la zona de Babahoyo. Universidad Técnica de Babahoyo, 47. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5649/TE-UTB-FACIAGING%20AGROP-000042.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Agroestrategia. (2008). Fertilización del cultivo de maíz. Rosario Argentina, 1-2.
- Attanandana, T. y Yost, R. (2004). Estrategias de manejo de nutrientes por sitio específico. INPOFOS, 53.
- Bocco, M. Sayago, S. y Violini, S. (2015). Modelos simples para estimar el rendimiento de cultivos agrícolas a partir de imágenes satelitales: una herramienta para la planificación. Consultado el 15 de julio del 2021 en <https://44jaiio.sadio.org.ar/sites/default/files/sts26-35.pdf>
- Caivano, J. (2011) Efectos de la distancia entre hileras, sobre el rendimiento y sus componentes. Efectos de la distancia entre hileras, sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de soja (uca.edu.ar)
- Carneiro, T., Hahn, E., Pivotto, R., Dalla, D., Bragagnolo, J. y Benítez, E. (2017). Campo y eficiencia nutricional del maíz en respuesta a las tasas y divisiones de fertilización nitrogenada. *Ceres, Viçosa*, 64 (4): 351-359
- Carneiro, T., Hahn, E., Pivotto, R., Santi, A., Benítez, E., Menefee, D. y Kunz, J. (2013). Eficiencia del fertilizante de nitrógeno aplicado en maíz sembrando en contraste creciendo temporadas en Paraguay. *Solo*, 37: 1641-1650

- Cavero, J., Medina, T. y Montoya, F. (2019). Efecto de la frecuencia del riego por aspersión con cobertura total sobre el rendimiento del maíz. <https://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/233518-Efecto-frecuencia-del-riego-aspersion-cobertura-total-sobre-rendimiento-del-maiz.html>
- Cevallos, F. (2022). Efectos de varios distanciamientos e híbridos sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en el cantón Tosagua. [Carrera de agrícola]. Repositorio de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. [https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1956/1/TIC\\_A19D.pdf](https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1956/1/TIC_A19D.pdf)
- Chávez, A. (2016). Origen del maíz. Para una historia de América, 17. <https://www.codexvirtual.com/maiz/index.php/archivos?id=30>
- Ciampitti, A. y García, F. (2007). Requerimientos nutricionales, absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. Cereales, Oleaginosos e Industriales, 33.
- FARMAGRO, (2016). Semilla de maíz Advanta. Consultado el 4 de enero 2021. [Http://www.farmagro.com.pe/media\\_farmagro/uploads/programa\\_pdf/foll\\_eto\\_maiz\\_advanta\\_2\\_curvas.pdf](Http://www.farmagro.com.pe/media_farmagro/uploads/programa_pdf/foll_eto_maiz_advanta_2_curvas.pdf)
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2015). Dirección de estadística FAOSTAT. Consultado en línea (diciembre 6 del 2020). Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Fernández, J. (2007). Energía renovable. Sacal, 1-20.
- Franke, W. (1986). The basis of foliar absorption of fertilizers with special regard to the mechanism. International Symposium of Foliar Fertilization by Schering, 17-25.
- García, E. (2011). Comparativo de la aplicación de diferentes dosis de bioabono obtenido a partir de un biodigestor en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) En la EEA El Porvenir Tesis Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú.



- Gojon, A. 2017. Nutrición de nitrógeno en plantas: progreso rápido y nuevos desafíos. *Revista de botánica experimental*. 68(10): 2457–2462
- Guzmán, D. (2018). Evaluación de dosis de bayfolan en frijol informe final. Obtenido de [https://issuu.com/dilmerguzman/docs/evaluacion\\_de\\_dosis\\_de\\_bayfolan\\_en\\_](https://issuu.com/dilmerguzman/docs/evaluacion_de_dosis_de_bayfolan_en_)
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. [IICA]. (2014). Manual para cultivo de maíz. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 38. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/11893>
- INPOFOS. (2002). Manual internacional de fertilidad de suelos. Instituto de Potasa y Fosfato. [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/75200/mod\\_resource/content/0/Quiroga%20et%20al%202007.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/75200/mod_resource/content/0/Quiroga%20et%20al%202007.pdf)
- Izquierdo, B. (2012). Evaluación del cultivo de maíz. Utilización de pastura en Ecuador, 19.
- Jahan, S.; Ahmed, N.; Mustafa, G.; Hafezlaghari, A.; Mustafabhabhan, G.; Hussaintalpur, K.; Ahmed, T.; Ali, S. y Ahmed, A. (2016). Papel del nitrógeno para el crecimiento y desarrollo de las plantas. *Revista de botánica experimental*. 10(9): 209-218
- Kovacs, G. (1985). The importance of environmental, plant and spray characteristics for any foliar nutrition programme to be. *Proceedings of the First International*, 26-43.
- Ledesma, L. (2022). Efectos de niveles de nitrógeno sobre tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.), Montalvo Los Ríos trabajo experimental. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LEDESMA%20GARCIA%20LISSBETH%20DAYANNA.pdf>
- Lopez, F., Etten, J., Aparicio, A. y Pol, J. (2005). Propuesta para la reactivación. Guatemala, FAO, 80.
- Masclaux, C.; Daniel, F.; Dechorgnat, J.; Chardon, F.; Gaufichon, L.; Suzuki, A. .2010; Absorción de nitrógeno, asimilación y removilización en plantas:

desafíos para una agricultura sostenible y productiva. *Annals of Botany* 105: 1141–1157

Motato, N.; Pincay, J.; Avellán, M.; Falcones, M. Y Aveiga, E. 2016. Fertilización del híbrido experimental de maíz INIAP H-603, con base en la eficiencia agronómica del nitrógeno. *ESPAMCIENCIA* 7(2): 109-116.

MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2016. Boletín situacional del cultivo. SINAGAP, Superficie, producción y rendimiento, maíz duro seco. Consultado en línea (Diciembre 6 del 2020). Recuperado de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-de-cultivo-2015/file/875-maiz-duro-seco>

Masclaux, C.; Daniel, F.; Dechorgnat, J.; Chardon, F.; Gaufichon, L.; Suzuki, A. .2010; Absorción de nitrógeno, asimilación y remobilización en plantas: desafíos para una agricultura sostenible y productiva. *Annals of Botany* 105: 1141–1157

Motato, N.; Pincay, J.; Avellán, M.; Falcones, M. Y Aveiga, E. 2016. Fertilización del híbrido experimental de maíz INIAP H-603, con base en la eficiencia agronómica del nitrógeno. *ESPAMCIENCIA* 7(2): 109-116.

Motato, N & Pincay, J. 2015 Calidad de los suelos y aguas para riego en áreas cacaoteras de Manabí. *Revista la Técnica* 14, 6-23.

Murillo, S.I. 2017). Efectos de la fertilización orgánica edáfica y foliar, en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la zona de Babahoyo. Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo. Repositorio institucional <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/31113/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000031.pdf?Sequence=1&isallowed=y>

Malavolta, E. (1985). Foliar fertilization in Brazil. *Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical*, 18.

Marschner, H. (2011). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Academic press. , 672.

- NETAFIM. (2013). Mejores prácticas. Obtenido de Nutrición del cultivo de maíz:  
<https://www.netafim.com.mx/4aa233/globalassets/folleto-corporativo-netafim.pdf>
- Ortas, L. (2008). El cultivo de maíz. Fisiología y Aspectos Generales, 15-20.
- Ospina, J. (1999). Tecnología del cultivo del maíz. Fondo Nacional Cerealista., 195.
- Ponce, J. (2020). Efecto de los abonos orgánicos comerciales y artesanales en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) en época lluviosa. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6020/1/T-UTEQ-0258.pdf>
- Rincón, F. (Sf) Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México. <https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/genes/files/guiapracticamaiz.pdf>
- Rojas, L. (2016) Definición y trazos de una circunferencia. [https://www.mep.go.cr/sites/default/files/recursos/recursos-interactivos/educ\\_abierta/mate\\_primaria/areas/geometria/circunferencia.pdf](https://www.mep.go.cr/sites/default/files/recursos/recursos-interactivos/educ_abierta/mate_primaria/areas/geometria/circunferencia.pdf)
- Salazar, O. (2009). Director Seguridad Alimentaria. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, 1-2.
- Veneklaas, E., y Lambers, H. (2012). Opportunities for Improving Phosphorus-Use Efficiency in Crop Plants. *New Phytologist*, 20-306.
- Verdugo, H. (Sf). Profesor de matemáticas y físicas. [Peso.pdf \(profisica.cl\)](#)
- Villafuerte, A., Vinces, J., Santana, F., Pico, J., Trueba, S. y Bravo, R. (2018). Crecimiento y producción del maíz, *Zea mays* L. en huertos biointensivos y convencionales en Lodana, Manabí, Ecuador. *Revista ciencia e investigación*. 3 – 7.
- Wood, B., Relly, C. y Nyczepier. (2003). Nickel corrects mouse-ear. *The Pecan Grower*, 3-5.

Yusmaira, R., Eglenis, L., Yaracelis, M. y Hector, P. (2011). Sistema radicular del maíz. Cultivo de maíz, 16-61. <https://elmaizdelzulia.blogspot.com/2011/02/morfologia-de-la-planta-de-maiz.html>

**ANEXOS**

## Anexo 1. Compilación de datos

TRA T	RE P	DOSI S	F. FOLIA R	ALT.3 0 días cm	ALT.9 0 días cm	Diametro.3 0 días mm	Diametro.9 0 días mm	Inserció n de mazorca cm	Long. De mazorc a cm	D. mazorc a mm	Hilera de granos/mazorc a	Nº de granos/hiler a	Nº de granos/mazorc a	Peso de 100 grano s	Rendimiento Kg
1	1	1	1	77	292	24,67	27,44	122	16	49,66	17	39	669	30,02	1,4041
2	1	1	2	87	288	26,57	27,37	135	15	47,86	18	38	658	26,58	1,1833
3	1	1	3	81	274	25,35	28,61	120	14	49,85	17	40	703	28,69	1,4737
4	1	2	1	77	282	27,33	29,04	124	16	49,33	18	38	670	28,45	1,2352
5	1	2	2	73	278	27,58	28,06	125	16	48,72	17	38	643	29,51	1,3136
6	1	2	3	84	290	28,19	27,67	123	16	50,97	17	38	631	29,83	1,5053
7	1	3	1	81	294	26,65	27,80	131	15	49,42	18	37	677	31,26	1,2840
8	1	3	2	80	295	29,92	29,47	133	16	49,49	17	38	654	28,48	1,3250
9	1	3	3	81	289	26,89	28,04	121	15	50,13	17	40	688	26,41	1,4079
1	2	1	1	74	284	24,05	27,43	122	16	50,31	18	39	701	27,43	1,2547
2	2	1	2	80	290	26,60	28,10	132	16	51,17	18	42	741	26,23	1,4315
3	2	1	3	76	286	24,05	26,94	122	15	51,13	17	39	662	25,11	1,4381
4	2	2	1	80	294	24,52	27,91	130	16	50,59	18	41	754	25,02	1,3429
5	2	2	2	75	291	23,81	26,93	128	16	50,68	18	39	702	24,11	1,3375
6	2	2	3	80	289	25,12	28,19	119	16	50,49	17	39	671	27,19	1,3300
7	2	3	1	77	287	24,47	27,45	131	15	49,21	18	38	678	25,99	1,2425
8	2	3	2	75	288	25,91	28,26	133	15	50,44	18	38	674	26,66	1,3283
9	2	3	3	77	285	25,53	26,95	126	15	49,5	18	39	682	27,47	1,2094
1	3	1	1	77	285	24,94	26,18	125	16	51,55	20	40	785	29,18	1,3209
2	3	1	2	81	286	28,43	27,95	132	16	50,49	18	38	679	29,03	1,3843
3	3	1	3	84	288	29,71	27,49	127	15	47,75	17	36	626	29,37	1,1509
4	3	2	1	82	296	27,26	26,96	137	16	50,63	18	40	724	25,53	1,4089
5	3	2	2	84	286	28,49	27,74	127	15	48,71	18	37	657	27,54	1,1409
6	3	2	3	80	288	23,24	27,80	125	16	51,53	20	37	724	28,78	1,3937
7	3	3	1	73	293	25,64	27,03	134	15	50,58	19	39	715	26,04	1,2445

<b>8</b>	3	3	2	77	291	28,23	27,97	133	16	50,33	18	41	733	28,03	1,2822
<b>9</b>	3	3	3	77	289	23,73	27,75	126	16	51,58	18	39	705	25,44	1,3836
<b>10</b>	1		Testigo	64	262	22,52	23,31	95	13	48,3	14	31	438	26,00	1,2179
<b>10</b>	2		Testigo	66	282	21,28	20,19	123	13	52,76	17	32	529	25,25	1,2518
<b>10</b>	3		Testigo	63	261	22,00	21,12	101	13	48,66	16	28	456	25,50	1,0072

## Anexo 2. Preparación del terreno



## Anexo 3. Instalación de Sistema de riego



## Anexo 4. Siembra





### Anexo 5. Fertilizantes foliares



### Anexo 6. Fertilizantes edáficos



### Anexo 7. Preparación del fertilizante foliar



**Anexo 8. Aplicación de fertilizantes edáficos****Anexo 9. Aplicación de fertilizantes foliares****Anexo 10. Toma de datos, diámetro de tallo**

**Anexo 11.** Tratamientos a evaluar en laboratorio



**Anexo 12.** Toma de dato, longitud de mazorca



**Anexo 13.** Toma de dato, peso de 100 granos



**Anexo 14.** Toma de dato, diámetro de mazorca**Anexo 15.** Toma de dato, rendimiento por tratamientos