



## **UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABI**

**Extensión en El Carmen**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**Efecto de dos dosis de bioestimulante Súper-Magro y tres frecuencias de  
aplicación, en el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.)**

**Estudiante:**

Patricia Leonela Vélez Mera

**Tutor:**

Ing. Marco Vinicio De la Cruz Chicaiza, MSc

El Carmen – Manabí – Ecuador

ENERO, 2022

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	CERTIFICADO DE TUTOR(A).	REVISIÓN: 1
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO.	Página ii de I

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, certifico:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación bajo la autoría del estudiante Patricia Leonela Vélez Mera, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2021(1) - 2021(2), cumpliendo el total de 400 horas, bajo la opción de titulación de proyecto de investigación, cuyo tema del proyecto es **“Efecto de dos dosis de Bioestimulante Súper-Magro y tres frecuencias de aplicación, en el rendimiento de Maíz (*Zea mays* L.)”**

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, enero del 2022

Lo certifico,

Ing. Marco Vinicio De la Cruz Chicaiza, MSc

**Docente Tutor**  
Área: Agrícola

**DECLARACIÓN DE AUTORÍA.**

Yo, Patricia Leonela Vélez Mera con cedula de ciudadanía 1315421212 egresada de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que las opiniones, criterios y resultados encontrados en la aplicación de los diferentes instrumentos de investigación, que están resumidos en las recomendaciones y conclusiones de la presente investigación con el tema: **“Efecto de dos dosis de Bioestimulante Súper-Magro y tres frecuencias de aplicación, en el rendimiento de Maíz (*Zea mays* L.)”**, son información exclusiva su autor, apoyado por el criterio de profesionales de diferentes índoles, presentados en la bibliografía que fundamenta este trabajo; al mismo tiempo declaro que el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen.

Patricia Leonela Vélez Mera

**AUTORA**

**APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.  
UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**

**EXTENSIÓN EN EL CARMEN  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 131 de noviembre de 1985

**TITULO**

**“Efecto de dos dosis de Bioestimulante Súper-Magro y tres frecuencias de aplicación,  
en el rendimiento de Maíz (*Zea mays* L.)”**

**AUTOR:** PATRICIA LEONELA VÉLEZ MERA

**TUTOR:** Ing. MARCO DE LA CRUZ CHICAIZA, MSc.

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE:  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**TRBUNAL DE TITULACIÓN**

**MIEMBRO** \_\_\_\_\_

**MIEMBRO** \_\_\_\_\_

**MIEMBRO** \_\_\_\_\_

**DEDICATORIA.**

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mis padres, pues sin ellos no lo habría podido lograr ya que con su apoyo he llegado a esta instancia de mi estudio, siendo ellos los que me han apoyado moral y psicológicamente.

También se la dedico a mi hija, quien ha sido mi mayor fortaleza y motivación para no rendirme en mis estudios y poder llegar a ser un buen ejemplo para ella.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, doy gracias a Dios por haberme permitido cumplir esta meta con vida, segundo a mi familia que siempre me ha apoyado para seguir adelante, a mis profesores que me han impartido sus buenos conocimientos, a mi tutor el cual me ha guiado en esta investigación que gracias a su experiencia he logrado culminar mi trabajo de tesis con éxito.

Y también agradezco a mi hija que ha sido siempre mi motor y mis ganas de seguir superándome.

Y por último gracias a mi Universidad, gracias por formarme y en ella, y a quienes fueron partícipes en este proceso ya sea de manera directa o indirectamente.

## RESUMEN

La investigación se desarrolló en los predios de la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión El Carmen. Tuvo como objetivo evaluar el efecto de dos dosis del bioestimulante Súper-Magro y tres frecuencias de aplicación, en el rendimiento del cultivo del Maíz (*Z. mays*). La unidad experimental estuvo conformada por un total de 24 Unidades experimentales, de 4 x 15 m con un área de estudio de 384 m<sup>2</sup>, donde se aplicaron dos dosis del bioestimulante Súper Magro en tres momentos de la etapa fenológica del maíz híbrido Trueno. La dosis y frecuencia del bioestimulante Súper-Magro no influyeron en los parámetros morfológicos del cultivo del maíz (híbrido Trueno). Los mejores resultados en esta variable lo obtuvieron el tratamiento 6 con un rendimiento de 6,95 t ha<sup>-1</sup>. Las variables diámetro y longitud de la mazorca no mostraron diferencias significativas, el valor más promisorio lo mostro el tratamiento 3 con un valor de 13,96 cm. Este estudio no mostró diferencia estadística en el rendimiento del cultivo del maíz, no obstante se obtuvieron buenos resultados a nivel de rendimiento sobresaliendo el tratamiento 6 con 6.95 t ha<sup>-1</sup>. El análisis beneficio/costo realizado permitió afirmar que en todos los tratamientos se obtuvieron ganancias, la relación (B/C>1) en todos los casos fue superior a 1, sobresaliendo el tratamiento 6 con un valor de 2,30 dólares; esto indica que los beneficios son mayores a los costos en consecuencia, la investigación debe ser considerada para su aplicación.

**Palabras claves:** Biol, híbrido, Trueno, morfológicos.

## ABSTRACT

The research was carried out on the grounds of the Río Suma Experimental Farm of the "Eloy Alfaro" Lay University of Manabí, El Carmen Extension. Its objective was to evaluate the effect of two doses of the Super-Lean biostimulant and three application frequencies, on the yield of the Corn (*Z. mays*) crop. The experimental unit was made up of a total of 24 experimental units, 4 x 15 m with a study area of 384 m<sup>2</sup>, where two doses of the Super Lean biostimulant were applied at three moments of the phenological stage of the Thunder hybrid maize. The dose and frequency of the Super-Lean biostimulant did not influence the morphological parameters of the corn crop (Hybrid Thunder). The best results in this variable were obtained by treatment 6 with a performance of 6,95. t ha<sup>-1</sup>. The variables diameter and length of the cob did not show significant differences, the most promising value was shown by treatment 3 with a value of 13.96 cm. This study did not show a statistical difference in the yield of the corn crop, however, good results were obtained at the yield level, with treatment 6 standing out with 6,95 t ha<sup>-1</sup>. The benefit/cost analysis carried out allowed us to affirm that profits were obtained in all treatments, the ratio (B/C>1) in all cases was greater than 1, treatment 6 standing out with a value of 2.30 dollars; this indicates that the benefits are greater than the costs, therefore, the research must be considered for its application.

**Keywords:** Biol, hybrid, Thunder, morphological.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO DE TUTOR(A).....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>1 CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
1.1 Generalidades del cultivo del maíz.....	4
1.1.1 Origen y distribución.....	4
1.1.2 Taxonomía del cultivo del maíz.....	5
1.1.3 Morfología.....	5
1.1.4 Condiciones edafoclimáticas.....	5
1.1.5 Requerimientos nutricionales del cultivo.....	7
1.2 Biofertilizantes.....	9
1.2.1 Biol.....	9
<b>2 CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
2.1 Localización del Experimento.....	11
2.2 Condiciones agroecológicas.....	11
2.3 Unidad Experimental.....	12
2.4 Tratamientos y diseño experimental.....	12
2.4.1 Tratamientos.....	12
2.5 Diseño experimental.....	12
2.5.1 Esquema ADEVA.....	13

2.5.2	Factores en estudio .....	13
2.5.2.1	Factor de estudio .....	13
2.5.2.2	Factores en estudio.....	13
2.5.3	Modelo matemático .....	13
2.5.4	Características de las unidades experimentales.....	14
2.5.5	Croquis de diseño .....	14
2.6	Manejo del Ensayo.....	15
2.7	Método matemático- estadísticos.....	15
2.7.1	Variables en estudio .....	16
2.7.1.1	Variables independientes .....	16
2.7.1.2	Variables dependientes .....	16
2.7.2	Análisis estadístico .....	17
3	CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
3.1	Altura de la planta .....	17
3.2	Diámetro del tallo de la planta .....	18
3.3	Número de hojas .....	19
3.4	Diámetro y longitud de la mazorca.....	19
3.5	Rendimiento .....	20
3.6	Relación beneficio-costos.....	21
4	CONCLUSIONES. ....	23
5	RECOMENDACIONES.....	24
6	BIBLIOGRAFÍA.....	xiv
7	ANEXOS.....	xx

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Temperatura optima según la fenología del cultivo. ....	6
Tabla 2. Características climáticas, de la zona El Carmen. ....	11
Tabla 3. Tratamientos .....	12
Tabla 4. Distribución de los tratamientos en las parcelas del ensayo.....	12
Tabla 5. ADEVA .....	13
Tabla 6. Esquema de análisis de varianza para la evaluación de efectos de Efectos de dos dosis de Bioestimulante Súper-Magro y tres frecuencias de aplicación, en el rendimiento de Maíz .....	16
Tabla 7. Altura de la planta (cm) .....	18
Tabla 8. Diámetro del tallo de la planta.....	18
Tabla 9. Número de hojas .....	19
Tabla 10. Diámetro y longitud de la mazorca .....	19
Tabla 11. Rendimiento .....	20
Tabla 12. Relación beneficio-costo .....	22

**ÍNDICE DE ANEXOS.**

**Anexo 1. Descripción de egresos e ingresos totales..... xx**

**Anexo 2. Procedimientos en campo..... xxi**

## INTRODUCCIÓN.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), sostiene que el maíz a nivel mundial tiene un área cosechada de más de 197 millones de ha, con una producción que supera los mil millones de toneladas. Las regiones mayores productoras de este cereal son el continente americano con el 52,2%, seguido de Asia con 29,3%, Europa 11,2%, África 7,2% y Oceanía con 0,1%; a nivel de país. El mayor productor es los Estados Unidos de América, seguido de China y Brasil; en el año 2019. Ecuador mostró un área cosechada de 322,846 ha con una producción de 1,479, 770 toneladas de este importante cultivo (FAOSTAT, 2021).

En la Sierra del Ecuador el cultivo de maíz es uno de los más importantes debido a la superficie destinada para su cultivo; y al papel que cumple como componente básico de la dieta de la población ecuatoriana (Yáñez *et al.*, 2013). A nivel nacional la superficie cosechada de maíz duro seco fue de 341,3 miles de hectáreas, presentando un crecimiento del 5,7% respecto al 2019. El maíz duro seco está localizado principalmente en la Región Costa; las provincias de Los Ríos, Guayas y Manabí concentran el 85.1% de la superficie total cosechada de este producto (INEC, 2021).

El cultivo del maíz, se puede decir que es uno de los cereales utilizados por el hombre desde épocas remotas y una de las especies vegetales más productivas, hoy en día es el segundo cultivo de mayor producción a nivel mundial después del trigo y el arroz; para su implementación el hombre destina un elevado uso agroquímicos, con impacto negativo en la salud de los campesinos que lo cultivan (Medranda y Espinoza, 2017).

A nivel mundial y del país el uso indiscriminado de agroquímicos para el control de plagas y la nutrición de los cultivos, ha traído consigo la degradación de los suelos; los fertilizantes químicos son de acción inmediata y al mismo tiempo solo funcionan a corto plazo, esto provocó un desbalance en la agricultura, y también un desequilibrio ambiental, erosión de los suelos y pérdida de la materia orgánica, aparición de nuevas plagas y resistencia de éstas a los insumos químicos, ocasionando una dependencia cada vez mayor a la industria agroquímica (Meléndez y Villachica, 2018).

El uso indiscriminado de agroquímicos se ha convertido en un problema a nivel mundial a partir de la necesidad que ha tenido el hombre en busca del aumento de la productividad agrícola basado en el empleo de la revolución verde. Bolaños y Tapia (2019) se ha planteado

en con anterioridad hacer referencia a que entre los efectos negativos que se le atribuye a este fenómeno es la reducción de la productividad de los suelos a partir de la pérdida de nutrientes, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, pérdida de la biodiversidad, aumento de plagas, erosión del suelo y efectos sobre el cambio climático Bolaños y Tapia (2019).

Por su parte, estudios realizados por Romero (2018), sobre la influencia de los fertilizantes químicos en suelos cultivados con maíz, se determinó que es evidente la influencia de estos en el suelo y los resultados indican un impacto negativo en la calidad de este, puesto que se observó el incremento de la salinidad, desnitrificación, acumulación de metales pesados como Cadmio superando los estándares de calidad ambiental.

La aplicación de fertilizantes trae como beneficio resultados productivos a corto plazo, pero a largo plazo, los efectos negativos en el medio ambiente y en la salud humana han sido catastróficos hasta el punto, que una cantidad de estos productos han sido prohibidos y muchos otros se encuentran en procesos de ser prohibidos (Colina *et al.*, 2020).

Con el objetivo de reducir el empleo de los fertilizantes de síntesis química, se han introducido a los biofertilizantes en los esquemas de fertilización del cultivo, mostrando resultados satisfactorios en muchas regiones tropicales, por los beneficios que aporta a la planta; además, permiten reducir hasta la mitad el uso de fertilizantes sintéticos, fundamentalmente el nitrógeno, fósforo y potasio; al reducir la fertilización química disminuye también los costos de producción de maíz, se aprovecha el fósforo y potasio nativo del suelo, y se reduce el efecto acidificante de los fertilizantes nitrogenados amoniacales (Reyes *et al.*, 2018).

Durante el ciclo fenológico del maíz, el cultivo demanda grandes cantidades nutricionales, entre los principales elementos que exige el maíz tenemos al nitrógeno (N), seguido del potasio (K), el fósforo (P) y Azufre (S), los cuales ayudan a tener un buen rendimiento y producción del cultivo (Criollo, 2020).

El biol se proyecta como una de las alternativas promisorias en las estrategias de nutrición orgánica en el cultivo del maíz. Estudios realizados por varios autores muestran excelentes resultados en este sentido. Sobre la base de lo planteado anteriormente, se evidencia que existen alternativas amigables con el entorno con impacto económico, social y ambiental que tributan a mejorar la calidad de vida del productor ecuatoriano.

**Problema científico:**

¿Cuál es el efecto de dos dosis del bioestimulante Súper-Magro y tres frecuencias de aplicación, en el rendimiento del cultivo del Maíz (*Z. mays*)?

**Objetivo General**

Evaluar el efecto de dos dosis del bioestimulante Súper-Magro y tres frecuencias de aplicación, en el rendimiento del cultivo del Maíz (*Z. mays*).

**Objetivos específicos**

- Determinar la mejor frecuencia del bioestimulante Súper-Magro en el rendimiento del cultivo del maíz (*Z. mays*).
- Establecer la mejor dosis del bioestimulante Súper-Magro en el rendimiento del cultivo del maíz (*Z. mays*).
- Realizar el análisis beneficio/costo de los tratamientos.

**Hipótesis**

Hipótesis ha: La aplicación de dos dosis del bioestimulante Súper-Magro influirá en el rendimiento del cultivo del Maíz (*Z. mays*).

Hipótesis: La aplicación del bioestimulante Súper-Magro en tres frecuencias del cultivo influirá en el rendimiento del cultivo del Maíz (*Z. mays*).

**MÉTODOS Y TÉCNICAS.****Métodos Teóricos:**

**El histórico-lógico:** Permite elaborar una fundamentación teórica sobre el efecto de los bioestimulantes y su influencia en el rendimiento del cultivo del maíz.

**El analítico-sintético:** Propicia el análisis de las ideas derivadas de la investigación y de la constatación de la realidad, así como la síntesis de los elementos que resultaron de relevantes para concretar conclusiones sobre el efecto de diferentes dosis de los bioles sobre el comportamiento del cultivo del maíz.

**Métodos Empíricos:**

**Experimento:** Se realizó un experimento para evaluar el efecto de dos dosis del bioestimulante Súper-Magro y tres frecuencias de aplicación, en el rendimiento del cultivo del Maíz en la

Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen.

### **Del nivel estadístico-matemático:**

Se empleó un diseño experimental de bloques completamente al Azar (DBCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Se realizó un análisis de varianza para determinar el nivel de significación entre los tratamientos. Para la comparación de medias se aplicó prueba de Tukey para  $p \leq 0.05$  y se utilizó el programa InfoStat (Versión 2020).

## **1 CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.**

### **1.1 Generalidades del cultivo del maíz**

#### **1.1.1 Origen y distribución**

Maíz, palabra de origen prehispánico que significa “lo que sustenta la vida”. Este cultivo es una forma doméstica de una cepa de teosinte (*Zea mays* ssp. *Parviglumis*), un “pasto” salvaje que pertenece a la familia de las gramíneas y cuyo nombre científico es *Z. mays*. Este cereal, junto con el trigo y el arroz, es uno de los más importantes en el mundo (Cardoza y Perea, 2006).

En la actualidad no existe dudas del origen americano del maíz, pese a que nunca se hizo mención del cultivo en ningún tratado antiguo, ni en la Biblia, hasta el descubrimiento de América por Cristóbal Colón, quien lo vio por primera vez en la isla de Cuba en octubre de 1492. Se dice que su surgimiento fue aproximadamente entre los años 8 000 y 600 AC en Mesoamérica (México y Guatemala), probablemente a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur, a 500 km de la Ciudad de México. De las 50 razas encontradas en este país, existen siete homólogas en Guatemala, seis en Colombia, cinco en Perú y dos en Brasil, lo que hace que indiscutiblemente México haya sido el centro de difusión de estas, donde alrededor de 27 o más de la mitad de ellas han permanecido como variedades locales endémicas (Acosta, 2009).

El maíz es el cereal que más importancia ha tenido en varios sectores de la economía a escala mundial durante el siglo XX y en los inicios del XXI. En los países industrializados, el maíz se utiliza principalmente como forraje, materia prima para la producción de alimentos procesados y, recientemente, para la producción de etanol (Hernández, 2009).

### 1.1.2 Taxonomía del cultivo del maíz

Estudios realizados por Ortega (2014), identifica que en investigaciones precedentes en este cultivo los taxónomos clasificaron los géneros *Zea* y *Euchlaena*, como dos géneros separados, sin embargo, debido al estudio realizado por Reeves y Mangelsdorf (1942) se los considera como un único género, basándose en la compatibilidad entre esos grupos de plantas y los estudios citogenéticos. Entre las Maydeas orientales existen diversos géneros como *Schleracne*, *Polytoca*, *Chionachne*, *Trilobachne* y *Coix*, siendo este último el único que tiene cierta importancia económica en el sudeste de Asia, en general, solo *Zea mays* se considera como una especie de gran importancia económica dentro de las Maydeas.

Su clasificación taxonómica está bien estudiada (Ortega, 2014).

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta* Cronquist, Takhtajan y W.Zimmermann, 1966.

Clase: *Liliopsida*

Orden *Poales* Small 1903

Familia: *Poaceae* Barnhart

Género: *Zea* Linnaeus, 1753

Especie: *Zea mays* L.

### 1.1.3 Morfología

El maíz es una gramínea anual de raíces fasciculadas, robustas que alimentan y sirven de anclaje, se refuerza con la presencia de raíces adventicias que posee la planta. El tallo es erecto llegando a medir hasta 4 metros de altura con similitud física a la caña de azúcar, las hojas con un total de 15 son alternas, paralelinervadas provista de vaina que nace de cada nudo, el maíz es una planta monoica que presenta flores masculinas y femeninas, la flor masculina se encuentra situada en el ápice de la planta con forma de panícula, la flor femenina se encuentra situada en la mitad de la planta y es considerada como la futura mazorca (Castro, 2019).

### 1.1.4 Condiciones edafoclimáticas

El maíz es un cultivo que puse ser producido en todos los climas, ya que cuenta con un gran poder de adaptación a diferentes condiciones meteorológicas; este puede ser cultivado desde unos metros sobre el nivel del mar hasta cerca de los 3 000 msnm en nuestro país, siempre tomando en cuenta las variedades a sembrar, de acuerdo precisamente con la altura sobre el

nivel del mar. Dentro del clima se deben considerar los factores favorables y desfavorables para el cultivo de maíz, entre los cuales se tiene: la temperatura, la luz y la humedad. Dentro de los desfavorables cabe mencionar el granizo, las heladas, el viento (Buñay, 2017).

Renteria (2020) plantea que, para el desarrollo adecuado de un cultivo de maíz, este requiere de una precipitación promedio de entre 550 mm a 2000 mm/año, una temperatura que oscile de entre los 24 a 28°C, una altitud promedio de 45 a 125 msnm; en relación con el componente edáfico este cultivo responde bien a una topografía ya sea plana e irregular, textura franco profundos con buen drenaje superficial. Se desarrolla en un suelo con pH de 5,5 a 7,3 y necesita en promedio de 750 a 1000 horas de luz/año.

Por otra parte, Muñoz (2015) plantea que la temperatura requerida para un correcto desarrollo del cultivo debe oscilar entre 20 y 30 °C y depende del estado de desarrollo, dichas temperaturas son:

**Tabla 1. Temperatura óptima según la fenología del cultivo.**

<b>Fase fenológica</b>	<b>Mínima</b>	<b>Óptima</b>	<b>Máxima</b>
Germinación	10 °C	20 a 25 °C	40 °C
Crecimiento vegetativo	15 °C	20 a 30 °C	40 °C
Floración	20 °C	21 a 30 °C	30 °C

Fuente: (Muñoz, 2015)

En cuanto a la necesidad hídrica del cultivo Cabrera (2017), hace referencia a que el periodo crítico de requerimiento corresponde a la época de la floración, comenzando 15 ó 20 días antes, se considera suficiente una estación de lluvia con 700 a 1 000 mm los cuales deben estar bien distribuidos; en el maíz la disponibilidad de agua en el momento oportuno es quizás, el factor ambiental más crítico para determinar el rendimiento final; el periodo con mayor exigencia de agua es el que va desde 15 días antes hasta 30 días después de la floración.

Maenza y Soler (2019) Plantean que se ha podido demostrar que, si existe un estrés por falta de agua, el rendimiento final puede comprometerse ya que se disminuye del 6 a 13% por día en el periodo alrededor de la floración y de 3 a 4% por día en el resto de los periodos.

Los suelos más idóneos para el cultivo del maíz son los de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención para el agua; este cultivo, en general, crece bien en suelos con pH entre 5.5 y 7.8; fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia (Flores, 2020).

Por su parte Muñoz (2015), menciona que el maíz se adapta a una amplia variedad de suelos, siempre que se utilicen variedades adecuadas y técnicas. Los suelos pesados como los arcillosos, por su facilidad para inundarse, y los suelos arenosos afectan el desarrollo por su propensión a secarse demasiado; los suelos relativamente ligeros son preferibles por su facilidad para drenar y conservar el calor, en lugares de escasas precipitaciones, dotado de alta capacidad retentiva de agua son los más convenientes. Los mejores suelos son los de textura media francos, fértiles, profundos y con elevada capacidad de retención de humedad.

### **1.1.5 Requerimientos nutricionales del cultivo**

En cuanto a los requerimientos nutricionales del cultivo Díaz, Moreno y Reinoso (2017) hacen referencia a que por cada tonelada de maíz producido el maíz demanda aproximadamente 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; en este sentido, es importante diseñar el plan de nutrición mineral con referencia a estos valores, como también considerar las curvas de eficiencia de los fertilizantes y el tipo de suelo en la finca.

La planta de maíz utiliza el nitrógeno durante todo su ciclo, en la absorción de este se distinguen tres fases marcadas, estas son: desde el nacimiento hasta antes de la aparición de las barbas o inflorescencias femeninas, al final de ese período se completa cerca de 10 % de las necesidades totales del elemento; desde un mes antes de la aparición de las barbas, con aumentos en la absorción hasta un máximo durante la aparición de las panojas, este es el período de mayor demanda, de ahí la importancia del reabonamiento nitrogenado oportuno (Castro K. T., 2019)

Castro (2019), plantea que el momento de la floración es cuando el maíz demanda la mayor cantidad de nitrógeno, durante toda la asimilación del nitrógeno por la planta en el momento

que brotan las flores femeninas, el nitrógeno ha sido consumido más de la mitad de su porcentaje presente en el suelo.

Estudios realizados por varios autores, citados por Melión (2019), plantean que la necesidad de nitrógeno (N) del maíz es de 22 kg por tonelada de grano producido; el fertilizante nitrogenado es uno de los principales insumos y costos en la producción de maíz, lo que hace necesario contar con herramientas que permitan determinar la dosis óptima económica de N, es decir, la cantidad de N que maximiza la renta de este cultivo.

En referirse al fósforo (P), Castro (2019) destaca la importancia de este para los tejidos jóvenes, ya que es ahí donde se halla su mayor concentración. Aunque no demanda grandes cantidades como el nitrógeno o potasio debido a sus funciones es considerada con un rol importante en el crecimiento de la planta, ya que también ayuda a la formación y desarrollo radicular de la planta.

La planta absorbe el P como iones orto fosfato primario ( $H_2PO_4$ ) y en pequeñas cantidades como orto fosfato secundario ( $HPO_4$ ) este elemento depende mucho del pH para que sea aprovechado por las plantas, su deficiencia se nota principalmente en las hojas viejas por su movilidad a las partes apicales, frutos y semillas. Los síntomas de deficiencia son el enrojecimiento del follaje más viejo, hojas distorsionadas y puede retardar la madurez del cultivo; las plantas deficientes de fósforo son de crecimiento lento y a menudo enanas a la madurez (Allcahuaman, 2019).

El potasio (K) es un elemento que al igual que el nitrógeno es muy demandado por el cultivo del maíz, su mayor asimilación por las raíces se da en el primer mes del cultivo (Castro E. A., 2020). Por parte, al verse una deficiencia de potasio puede incidir en el crecimiento radical y por consiguiente las mazorcas no se llenarían completamente, además de producir acame (Fernández y Litardo, 2019).

Por su parte Figueroa (2020) señala que la carencia de este elemento en la planta se caracteriza por el amarillamiento ligero en hojas viejas y rayadas desde la punta de las hojas extendiéndose a lo largo del borde de las hojas, aparecen manchas necróticas, se forman entrenudos cortos y tallos delgados”; además, contribuye a la estabilidad del tallo, la carencia produce un “peligro

de encamado”. la sintomatología se puede observar en la cosecha ya que los granos crecen débilmente en la punta de la mazorca.

Cortez (2019), indica que el K en la planta es muy móvil y de gran importancia para los procesos fisiológicos de la planta, ya que mejora la actividad fotosintética; aumenta la resistencia de la planta a la sequía, heladas y enfermedades; promueve la síntesis de lignina, favoreciendo la rigidez y estructura de la planta; favorece la formación de glúcidos en las hojas a la vez que participa en la formación de proteínas; aumenta el tamaño y peso de los frutos; la carencia de K provoca un retraso general en el crecimiento y un aumento de la vulnerabilidad de la planta a los posibles ataques de parásitos. Un correcto abonado potásico mejora la eficiencia y el aprovechamiento del abonado nitrogenado.

## **1.2 Biofertilizantes**

El término biofertilizante puede definirse como preparados que contienen células vivas o latentes de cepas microbianas eficientes fijadoras de nitrógeno, potencializadoras de diversos nutrientes o productoras de sustancias activas, que se utilizan para aplicar a las semillas o al suelo con el objetivo de incrementar el número de estos microorganismos en el medio y acelerar los procesos microbianos de tal forma que se aumenten las cantidades de nutrientes que pueden ser asimilados por las plantas o se hagan más rápidos los procesos fisiológicos que influyen sobre el desarrollo y el rendimiento de los cultivos (Fernández & F. , 2003).

El uso de estos biopreparados presenta la ventaja de que origina procesos rápidos, como en general los de origen microbiano, que consumen escasa energía no renovable y que son limpios, es decir, no contaminantes del medio ambiente. Además, los procesos se realizan en el ambiente rizosférico, en la inmediata vecindad de las raíces, y las plantas se benefician en un plazo muy breve (Herrera, 2003).

### **1.2.1 Biol**

El biol es un biofertilizante líquido, resultado de un proceso de descomposición y fermentación en ausencia de oxígeno (anaeróbica) de residuos orgánicos vegetales y animales que contiene nutrientes de alto valor nutritivo (nitrógeno amoniacal, hormonas y aminoácidos) que estimula el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas (Meléndez y Villachica, 2018).

Para González (2013), el biol como fuente orgánica de fitoreguladores a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para las siguientes actividades agronómicas: enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de un 50% de la producción de las cosechas.

A los Bioles se le atribuyen muchos beneficios entre ellos se encuentra el mejoramiento del estrés en las plantas, ya sea por la incidencia de plagas o interrupción de sus procesos normales de desarrollo, mediante una oportuna, sostenida y buena nutrición, ofreciendo así alimentos libres de residuos químicos. Este producto estimula y fortalece el desarrollo de las plantas, mejora la producción de frutos, los cultivos se vuelven resistentes al ataque de plagas y a los cambios adversos del clima (Chávez, 2011).

Por otra parte, el biol es considerado como un fitoestimulante complejo, que al ser aplicado a las semillas o al follaje de los cultivos, permite aumentar la cantidad de raíces e incrementar la capacidad de fotosíntesis de las plantas, mejorando sustancialmente la producción y calidad de las cosechas. Dentro de sus principales ventajas se encuentran: no daña el medio ambiente; es biodegradable; de fácil preparación y de bajo costo; proporciona micronutrientes a la planta; incrementa el rendimiento; corrige deficiencias nutricionales en la planta y activa las hormonas naturales de las plantas (Poma y Taype, 2018).

Otro de los beneficios de este producto según Moreno (2011), es que activa el vigor y poder germinativo de las semillas, estimula el crecimiento y la floración. Este factor resulta mayor productividad de los cultivos y generación de material vegetal. El Biol puede aumentar la producción de un 30 hasta un 50%, además que protege de insectos y recupera los cultivos afectados por heladas (Yumbopatin, 2013).

Este producto tanto en forma sólida o líquida su composición química puede variar según su proceso de fabricación y los compuestos que le sean agregados. Es muy común que este producto muestre altos contenidos de materia orgánica y diferentes elementos químicos (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn) de importancia para las plantas, además de aminoácidos y metales tales como el cobre y el zinc (Warnars y Oppenoorth, 2014).

## 2 CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.

### 2.1 Localización del Experimento

La investigación que se presenta se desarrolló en los predios de la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión El Carmen, provincia de Manabí, Cantón El Carmen, Parroquia San Pedro de Suma ubicada en el km 25 de la Vía Santo Domingo – Chone, margen derecho.

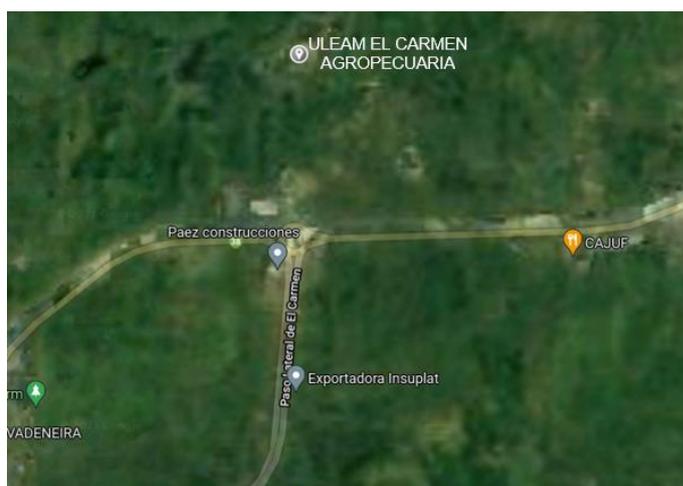


Figura 1. Localización del ensayo

### 2.2 Condiciones agroecológicas

**Tabla 2.** Características climáticas, de la zona El Carmen.

Variable	Características
Topografía	Irregular
Rango Altitudinal	260 msnm
Temperatura	21-28 °C
Humedad relativa	85,6 %
Heliófila	884 - 1.320 horas luz/año
Drenaje	Natural
Clasificación bioclimática	Bosque Trópico húmedo
Precipitación anual	2815 mm
Humedad	75-85%

(INAMHI, 2019)

## 2.3 Unidad Experimental.

La unidad experimental estuvo conformada por un total de 24 Unidades experimentales, de 4 x 15 m con un área de estudio de 384 m<sup>2</sup>, donde se aplicaron dos dosis del biofertilizante Súper Magro en tres momentos de la etapa fenológica del maíz híbrido Trueno.

## 2.4 Tratamientos y diseño experimental

### 2.4.1 Tratamientos

**Tabla 3.** Tratamientos

Tratamientos	Codificación	Descripción
T1	d1f1	d1= 1cc/litro de agua +f1 = 7 dds
T2	d1f2	d1= 1cc/litro de agua +f2 = 14 dds
T3	d1f3	d1= 1cc/litro de agua +f3 = 21 dds
T4	d2f1	d2= 2cc/litro de agua +f1 = 7 dds
T5	d2f2	d2= 2cc/litro de agua +f2 = 14 dds
T6	d2f3	d2= 2cc/litro de agua +f3 = 21 dds

Nota: d: Dosis, f: Frecuencia

## 2.5 Diseño experimental.

En el presente trabajo de investigación se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con arreglo factorial A x B, con seis tratamientos y cuatro repeticiones.

**Tabla 4.** Distribución de los tratamientos en las parcelas del ensayo

R1	R2	R3	R4
d1f1	d2f3	d1f2	d1f3
d1f2	d2f2	d1f3	d2f1
d1f3	d2f1	d2f2	d2f3
d2f1	d1f3	d1f2	d2f2
d2f2	d1f2	d2f3	d1f1
d2f3	d1f1	d1f3	d2f1

### 2.5.1 Esquema ADEVA

**Tabla 5.** ADEVA Esquema de análisis de varianza para la evaluación de efectos de Efectos de dos dosis de Bioestimulante Súper-Magro y tres frecuencias de aplicación, en el rendimiento de Maíz (*Z. Mays*).

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Tratamientos	5
Repeticiones	3
Factor A	2
Factor B	1
A X B	2
Error experimental	10
Total	23

### 2.5.2 Factores en estudio

#### 2.5.2.1 Factor de estudio

- Bioestimulante Súper-Magro
- Frecuencia de aplicación

#### 2.5.2.2 Factores en estudio

##### Factor A: Dosis de Biol

###### Niveles:

- d1 = Dosis media = 1 cc/litro
- d2 = Dosis alta = 2 cc/litro

##### Factor B: Frecuencias de Aplicación

###### Niveles:

- f1 = 15 días
- f2 = 30 días
- f3 = 45 días

### 2.5.3 Modelo matemático

El DBCA se ajusta a un modelo matemático en el que una observación cualquiera es igual a:

$$X_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

$i = 1, \dots, t$  tratamientos

$j = 1, \dots, r$  repeticiones (bloques)

### 2.5.4 Características de las unidades experimentales

Las unidades experimentales tendrán las siguientes características:

- Área del ensayo = 288 m<sup>2</sup>
- Parcelas de ensayo = 24
- Largo: 3 m
- Ancho: 4 m
- Forma del ensayo: Rectangular
- Plantas netas = 6 plantas

### 2.5.5 Croquis de diseño

Es preciso destacar que el manejo eficiente de la nutrición en el cultivo de maíz es uno de los pilares fundamentales para alcanzar elevados rendimientos, sostenibles y con resultados económicos positivos. La adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente a partir del momento en que los nutrientes son requeridos en mayores cantidades (aproximadamente cinco a seis hojas desarrolladas), asegura un buen crecimiento foliar y una alta eficiencia de conversión de la radiación interceptada. Las necesidades nutricionales del cultivo se definen de acuerdo con el nivel de rendimiento a alcanzar (Castro, 2019).

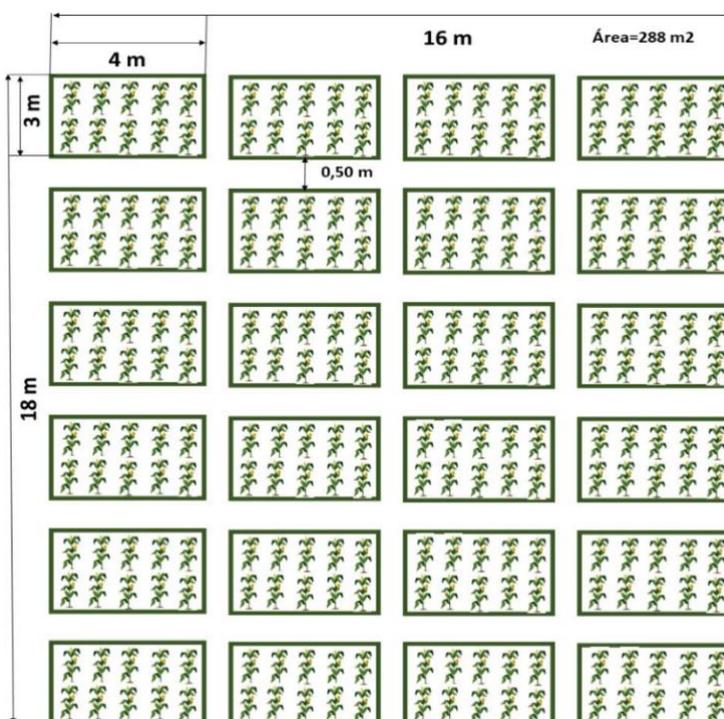


Figura 2. Croquis del ensayo

## 2.6 Manejo del Ensayo

Para el establecimiento del ensayo, primeramente, se seleccionará el terreno y se procederá a la limpieza de este y posteriormente con la ayuda de un arado de disco y una grada se realizará la preparación de este, siguiendo las normas establecidas por el instructivo técnico del cultivo (Flores, 2020). Para el trazado de las parcelas se tomará en cuenta el número de tratamientos y repeticiones y se medirán empleando un flexómetro y posteriormente se identificarán con carteles.

Para el establecimiento del cultivo se utilizará el híbrido Trueno con una aplicación inicial de materia orgánica; la siembra se realizará a una distancia de 0.90 m x 0.40 m, colocando tres semillas por golpe, posteriormente a los 10 días después de la siembra se realizará el raleo de plantas, dejando una planta por golpe. La fertilización, control de plagas y las labores culturales realizadas al cultivo serán las establecidas por la guía técnica del cultivo propuesta por (Yanez *et al.*, 2013) y (Flores, 2020).

El biofertilizante se aplicará en drench en tres momentos (7-14-21) días después de la siembra (dds) según la distribución de los tratamientos a dosis de 1 y 2 cc/lit de agua. Para su aplicación se utilizará una mochila asperjadora de tipo manual de 20 litros marca Matabí.

Para el registro de datos se seleccionarán 6 plantas al azar en cada parcela útil, estas serán marcadas con una cinta plástica; y las mediciones se realizarán a partir de los 10 dds con una frecuencia semanal, con la ayuda de un cuaderno de notas. Los datos recolectados serán insertados en un modelo de registro con la ayuda del programa informático Microsoft Excel para su posterior análisis.

## 2.7 Método - estadísticos.

Se realizó un esquema de análisis de varianza para la evaluación del efecto de dos dosis de Bioestimulante Súper-Magro y tres frecuencias de aplicación, en el rendimiento de Maíz (*Z. Mayz*), con seis tratamientos y tres repeticiones, para la comparación de medias se aplicó prueba de Tukey para  $p \leq 0.05$ . Ver tabla número 5 de esquema de ADEVA.

## **2.7.1 Variables en estudio**

### **2.7.1.1 Variables independientes**

Bioestimulante Súper – Magro

Frecuencia de aplicación.

### **2.7.1.2 Variables dependientes**

#### **Altura de planta (cm).**

Se realizó desde la superficie del suelo hasta la inserción de la hoja bandera, con el uso de cinta métrica, la medición se realizó cada 15 días después de las siembras.

#### **Diámetro del tallo (cm).**

Se midió en el entrenudo de la parte media del tallo, mediante el uso de un pie de rey. Los datos de la medición se realizaron cada 15 días después de la siembra.

#### **Número de hojas por planta.**

Se contabilizó el número de hojas totales en la planta desde la parte inferior hacia la superior, se realizaron dos mediciones, a los 15 días después de la siembra (dds) y 30 dds.

#### **Longitud de mazorca (cm).**

Se midió desde la base del pedúnculo hasta su ápice mediante el uso de la cinta métrica.

#### **Diámetro de mazorca (cm).**

Se seleccionaron 12 mazorcas al azar de la parcela útil y se midió con un pie de rey.

#### **Número de mazorcas por plantas**

A la hora de la cosecha, se procedió al conteo de las mazorcas de cada planta.

#### **Rendimiento (t/ha).**

Las mazorcas cosechadas en cada tratamiento se pesarán en una balanza digital y se estimó el rendimiento.

### **Relación Beneficio-Costo**

Para realizar el análisis beneficio/costo (B/C). Se calculará primero la suma de todos los ingresos y se divide sobre la suma de los costos.

Si  $B/C > 1$ , esto indica que los beneficios son mayores a los costos. En consecuencia, el proyecto debe ser considerado.

$B/C = 1$ , significa que los beneficios igualan a los costos. No hay ganancias. Existen casos de proyectos que tienen este resultado por un tiempo y luego, dependiendo de determinados factores como la reducción de costos, pueden pasar a tener un resultado superior a 1.

$B/C < 1$ , muestra que los costos superan a los beneficios. En consecuencia, el proyecto no debe ser considerado.

### **2.7.2 Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de varianza para determinar el nivel de significación entre los tratamientos. Para la comparación de medias se aplicó prueba de Tukey para  $p \leq 0.05$  y se utilizó el programa InfoStat (Versión 2020).

## **3 CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

### **3.1 Altura de la planta**

En la altura de la planta no se presentó influencia del bioestimulante Súper-Magro, con ninguna de las combinaciones de dosis y frecuencias de aplicación, ya que no manifiestan diferencias significativas entre los tratamientos para  $p \leq 0,05$  en las observaciones realizadas.

En estudios similares, Goya (2018) en este mismo híbrido no observó diferencias significativas en la altura de la planta y reporta un promedio de 161 cm, lo cual este en correspondencia con los resultados del presente trabajo. Por su parte, Sinagap (2018) en sus recomendaciones sobre el uso de este híbrido asegura que crece hasta los 2,1 m.

**Tabla 6. Altura de la planta (cm)**

Tratamientos	15 DDS	30 DDS	45 DDS	60 DDS
T1 (d1f1)	17,28 a	45,79 a	104,29 a	161,67 a
T2 (d1f2)	17,17 a	45,92 a	95,67 a	160,50 a
T3 (d1f3)	17,33 a	44,21 a	93,67 a	159,79 a
T4 (d2f1)	17,16 a	44,25 a	95,00 a	163,04 a
T5 (d2f2)	16,72 a	42,21 a	94,00 a	155,50 a
T6 (d2f3)	16,80 a	45,25 a	100,67 a	158,33 a
CV:	3,61	8,44	6,22	5,55

Nota: (d; f) d: dosis, f: frecuencia; DDS: Días después de la Siembra

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

### 3.2 Diámetro del tallo de la planta

El diámetro del tallo tampoco fue influenciado por las aplicaciones del bioestimulante, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para  $p \leq 0,05$ . Estos resultados difieren de los obtenidos por Silvestre (2021) quien registró que los tallos, en el híbrido Trueno, tuvieron un diámetro de 2,49 cm a los 30 días y de 2,89 cm a los 60 días, a una distancia de plantación de 0,25 x 0,80 m.

**Tabla 7. Diámetro del tallo de la planta**

Tratamientos	15 DDS	30 DDS	45 DDS	60 DDS
T1 (d1f1)	0,43 a	1,0	1,17 a	1,71 a
T2 (d1f2)	0,40 a	1,0	1,23 a	1,85 a
T3 (d1f3)	0,40 a	1,0	1,22 a	1,81 a
T4 (d2f1)	0,40 a	1,0	1,21 a	1,84 a
T5 (d2f2)	0,43 a	1,0	1,14 a	1,79 a
T6 (d2f3)	0,40 a	1,0	1,14 a	1,76 a
CV:	7,07	0,00	7,03	4,93

Nota: (d; f) d: dosis, f: frecuencia; DDS: Días después de la Siembra

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

### 3.3 Número de hojas

El número de hojas por plantas no tuvo variaciones bajo el efecto de diferentes dosis y frecuencias del bioestimulante, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio.

Guamán *et al.* (2020) observaron que en las plantas del híbrido Trueno existe una correlación positiva entre la altura de la planta y el número de hojas. Este autor enfatiza en la importancia de estimular el desarrollo foliar de la planta para obtener mejor rendimiento y se basa en las afirmaciones de Arboleda (2011) sobre la importancia de la permanencia de las hojas en el desarrollo de la planta.

**Tabla 8. Número de hojas**

Tratamientos	15 DDS	30 DDS
T1 (d1f1)	4,33 a	6,96 a
T2 (d1f2)	4,13 a	6,92 a
T3 (d1f3)	4,17 a	7,04 a
T4 (d2f1)	4,17 a	7,13 a
T5 (d2f2)	4,33 a	7,09 a
T6 (d2f3)	4,04 a	7,13 a
CV:	5,07	2,68

Nota: (d; f) d: dosis, f: frecuencia; DDS: Días después de la Siembra

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

### 3.4 Diámetro y longitud de la mazorca

Los parámetros evaluados en la mazorca, tanto el diámetro como la longitud no manifestaron diferencias ante el accionar del bioestimulante de crecimiento, no presentaron diferencias para  $p \leq 0,05$ . El diámetro osciló entre 4,09 y 4,25, mientras que la longitud fue de 12,83 a 13,96. Estos resultados coinciden con los constatados por Guamán *et al.* (2020) quien registró diámetros entre 4,0 y 4,5 cm para Trueno. A su vez, son inferiores a los registrados por Goya (2018) quien al emplear fertilización foliar encontró que las mazorcas engrosaron hasta 5,6 cm y la longitud fue de 23 a 25 cm.

**Tabla 9. Diámetro y longitud de la mazorca**

Tratamientos	Diámetro	Longitud
T1 (d1f1)	4,16 a	12,83 a
T2 (d1f2)	4,12 a	13,46 a
T3 (d1f3)	4,25 a	13,96 a
T4 (d2f1)	4,14 a	13,00 a
T5 (d2f2)	4,09 a	13,13 a
T6 (d2f3)	4,18 a	13,71 a
CV:	3,27	7,48

Nota: (d; f) d: dosis, f: frecuencia; DDS: Días después de la Siembra

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

### 3.5 Rendimiento

Al determinar el rendimiento del maíz, bajo el efecto de los diferentes tratamientos no se presentaron diferencias significativas. Los resultados en la mayoría de los tratamientos muestran rendimientos superiores a  $6,0 \text{ t ha}^{-1}$ . Estos resultados son similares a los obtenidos por Quijije (2019) quien asegura haber obtenido  $133 \text{ qq ha}^{-1}$  ( $6,03 \text{ t ha}^{-1}$ ). Por su parte, Guamán (2020) no registró diferencias significativas al evaluar el rendimiento y reporta un promedio  $7014 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $7,01 \text{ t ha}^{-1}$ ), resultado que se le asemeja el logrado en el tratamiento número 6 con  $6.95 \text{ t ha}^{-1}$

**Tabla 10. Rendimiento**

Tratamientos	Rendimiento ( $\text{t ha}^{-1}$ )
T1 (d1f1)	5,79 a
T2 (d1f2)	5,32 a
T3 (d1f3)	6,85 a
T4 (d2f1)	6,36 a
T5 (d2f2)	6,83 a
T6 (d2f3)	6,95 a
CV:	7,15

Nota: (d; f) d: dosis, f: frecuencia; DDS: Días después de la Siembra

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

### 3.6 Relación beneficio-costo

**Tabla 11 Relación Beneficio Costo (B/C) por parcelas**

Tratamientos	Costos totales	Rendimiento por parcela q	Total de Ingresos	B/C
T1 (d1f1)	19,55	2.22	37.50	<b>1,91</b>
T2 (d1f2)	19,55	2.04	34.46	<b>1,76</b>
T3 (d1f3)	19,55	2.63	44.42	<b>2,27</b>
T4 (d2f1)	19,57	2.44	41.21	<b>2,10</b>
T5 (d2f2)	19,57	2.62	44.25	<b>2,26</b>
T6 (d2f3)	19,57	2.67	45.10	<b>2,30</b>

Nota: (16,89\*) \* Precio del quintal (q) de maíz fijado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG] (2021).

El análisis de la relación beneficio-costo permite afirmar que en todos los tratamientos se obtienen ganancias, ya que la relación  $B/C > 1$  es superior a un dólar. En este sentido se puede afirmar que todos los tratamientos son rentables ya que los beneficios son superiores a los costos. La relación (B/C) más elevada fue de 2,30 (tratamiento 6) y de manera general se aprueba el uso de esta tecnología en el cultivo.

#### Beneficio neto

**Tabla 12 Beneficio neto para una hectárea**

Variables	Tratamientos					
	T1 (d1f1)	T2 (d1f2)	T3 (d1f3)	T4 (d2f1)	T5 (d2f2)	T6 (d2f3)
Rendimiento (q ha <sup>-1</sup> )	57,9	53,2	68,5	63,6	68,3	69,5
Precio del q (USD)	16,89	16,89	16,89	16,89	16,89	16,89
Total de Ingreso (USD)	977,93	898,55	1.156,97	1.079,27	1.153,59	1.173,86
Total de egresos (USD)	509.11	509.11	509.11	509,64	509,64	509,64

<b>Beneficio</b>						
<b>neto</b>	<b>468,82</b>	<b>389,44</b>	<b>647,86</b>	<b>569,63</b>	<b>643,95</b>	<b>664,22</b>
<b>(USD)</b>						

---

Nota: Beneficio neto = Total de Ingreso - Total de egresos

(16,89\*) \* Precio del quintal (q) de maíz fijado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG] (2021).

La tabla número 12 refleja el análisis del beneficio neto por cada tratamiento para una hectárea, como se puede observar, cuatro de los tratamientos alcanzaron valores de beneficio neto superiores a los 600 dólares por hectárea. El tratamiento número 6 de 2 cc/litro de biol con una frecuencia de 45 días fue el de mayor beneficio neto con valores de 664.22 dólares por ha.

#### 4 CONCLUSIONES.

- Los tratamientos empleados del bioestimulante Súper-Magro y la frecuencia de aplicación no influyeron en los parámetros morfológicos del cultivo del maíz (híbrido Trueno) al no mostrar diferencias estadísticas significativas.
- La dosis y frecuencia del bioestimulante Súper-Magro empleadas en el estudio no mostraron diferencias estadísticas entre los tratamientos en la variable rendimiento del cultivo del maíz (híbrido Trueno), pero si se logró un incremento considerable del mismo con valores, en la mayoría de los tratamientos superiores a 6 t ha<sup>-1</sup> sobresaliendo el tratamiento número 6 con 6,95 t ha<sup>-1</sup>
- El análisis beneficio/costo realizado permitió afirmar que en todos los tratamientos se obtuvieron ganancias, la relación (B/C>1) en todos los casos fue superior a 1, sobresaliendo el tratamiento número 6 de 2 cc/litro de Biol con una frecuencia de 45 días fue el de mayor beneficio neto con valores de 664.22 dólares por ha.

## 5 RECOMENDACIONES.

- Repetir la presente investigación en las dos épocas de siembra del año, con diferentes dosis del bioestimulante y frecuencias de aplicación, así como incluir en el esquema de fertilización dosis de materia orgánica, microorganismos eficientes y solubilizadores de fósforo y fijadores de nitrógeno.
- Se recomienda implementar los tratamientos que alcanzaron los rendimientos superiores a  $6 \text{ t ha}^{-1}$ , especialmente al tratamiento 6 con una dosis de 2 cc/litro y una frecuencia de aplicación de 45 días ya que fue el de mejores resultados en la variable de rendimiento  $6,95 \text{ t ha}^{-1}$ .
- De manera general se recomienda el empleo de esta tecnología ya que se obtuvieron rendimientos superiores a  $6 \text{ t ha}^{-1}$  en la mayoría de los casos y un beneficio – costo ( $B/C > 1$ ) superior a 1 dólar en todos los tratamientos, llegando a alcanzar los 2,30 dólares en el tratamiento 6.

## 6 BIBLIOGRAFÍA.

- Arboleda, M. (2011). Efecto de la irradiancia en el crecimiento y desarrollo de *Aptenia cordifolia* (L.f.) Schwantes como cobertura ornamental, Venezuela. *Revista Bioagro*, 23(3), 175-184.
- Acosta, R. (2009). EL CULTIVO DEL MAÍZ, SU ORIGEN Y CLASIFICACIÓN . *Cultivos Tropicales*, 30(2), 113-120.
- Allcahuaman, A. H. (2019). *Efecto de microorganismos eficientes (EM) en la asimilación del Fosforo en el cultivo de Maíz (Zea mays L.)*. UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
- Bolaños, A. G., & Tapia, D. A. (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*, 29(1). doi:<https://doi.org/10.17163/lgr.n29.2019.06>
- Buñay, D. A. (2017). *ETAPAS FENOLÓGICAS DEL MAIZ (Zea mays L.) VAR. TUSILLA BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL CANTÓN CUMANDÁ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO*. Documento Final del Proyecto de Investigación como requisito para obtener el grado de Ingeniero Agropecuario, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
- Cabrera, M. E. (2017). *DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA Y RENDIMIENTO DEL MAIZ (Zea mays L.) HÍBRIDO AMARILLO DURO DEKALB 7508 EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE SAN REGIS -EL CARMEN- CHINCHA - 2017*. UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO , FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS.
- Cardoza, C. G., & Perea, H. P. (2006). El maíz: origen, composición química y morfología . *Materiales Avanzados*, 4(7), 15-20.
- Castro, Á. J. (2019). *Respuesta a niveles de nitrógeno, fosforo y potasio en el cultivo de maíz (Zea mays, L), en condiciones de la zona de Babahoyo*. Trabajo Experimental, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA.

- Castro, E. A. (2020). *“Estimación de curvas de absorción de nutrientes para el cultivo de maíz híbrido (Zea mays), en tres zonas productoras de la provincia de Los Ríos. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.*
- Castro, K. T. (2019). *“Comportamiento agronómico del cultivo de maíz (Zea mays L.), a la aplicación de bioestimulantes como complementos a la fertilización edáfica. TRABAJO DE TITULACIÓN, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.*
- Chávez, E. B. (2017). *Efecto de la aplicación de Biol en el cultivo de Frijol (Phaseolus vulgaris L.) variedades Amadeus 77 y Dehoro, Zamorano Honduras. Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Ambiente y Desarrollo, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, CARRERA DE INGENIERIA EN AMBIENTE Y DESARROLLO. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6191>*
- Colina, E., Castro, C., Sánchez, H., & Troya, G. (2020). Evaluación de fertilizantes de liberación controlada con fertilización convencional, sobre el rendimiento de maíz duro (zea mays) en la zona de Febres-Cordero, Provincia de los Ríos. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 1(3), 88-97. doi:doi.org/10.33996/revistaalfa.v1i3.30
- Cortez, D. J. (2019). *Efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz canguil (Zea mays L.), en la zona de Babahoyo. TRABAJO DE TITULACIÓN, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.*
- Criollo, Y. M. (2020). *Respuesta del cultivo de maíz (Zea mays L.) a la aplicación del fertilizante edáfico INNITROSOL en la zona de Santa Cecilia, cantón Montalvo. TRABAJO DE TITULACIÓN, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.*
- Díaz, H. R., Moreno, G. L., & Reinoso, A. D. (2017). *Manejo de la nutrición en el cultivo del maíz. Bogotá, D. C., Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias.*
- FAOSTAT. (2021). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (ONU, Editor) Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>*

- Fernández, F. (2003). La simbiosis micorrízica arbuscular. . En F. Fernández, *El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: El Caribe*. (págs. 13-48). Habana: INCA.
- Fernández, R. G., & Litardo, J. F. (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*. Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo., UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS . Obtenido de <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3850>
- Figuroa, M. A. (2020). *CURVA DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES DEL CULTIVO DE MAÍZ (Zea mays), EN SUELOS ENTISOLES DE PUERTO INCA, NARANJAL – ECUADOR*. Trabajo de titulación, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS.
- Flores, H. D. (2020). *Guía técnica: el cultivo de maíz*. IICA. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/handle/11324/11893>
- González, D. G. (2013). *Uso de lixiviado procedente de material orgánico de residuos de mercados para la elaboración de biol y su evaluación como fertilizante para pasto*. Tesis previa a la obtención del título de Magister en Agroecología y Ambiente, UNIVERSIDAD DE CUENCA, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
- Goya T., R. R. (2018). EFECTO DE LA APLICACIÓN DE SIETE DOSIS DE STIMPLEX SOBRE EL RENDIMIENTO DEL HÍBRIDO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) TRUENO NB-7443. Tesis de Grado. Universidad de Guayaquil, Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29085/1/Goya%20Torres%20Romel%20Pa%20a%20c3%20bal.pdf>
- Guamán G., R. N., Desiderio V., T. X., Villavicencio A., A. F., Ulloa C., S. M., Romero S., E. J. (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. *Siembra*, 7(2), 47-56. <https://doi.org/https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2196>
- Hernández, J. A. (2009). *El origen y la diversidad del maíz en el continente americano*. Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

- Herrera, R. (2003). *Biofertilizantes en la Agricultura Cubana*. Obtenido de <http://www.latinsynergy.org>.
- INAMHI. (2019). *Anuario Meteorológico*. Instituto Nacional de Meteorología E Hidrología. Quito: Publicaciones INAMHI. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>
- INEC. (2021). *Boletín técnico encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2020*. Obtenido de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin%20Tecnico%20ESPAC%202020.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletin%20Tecnico%20ESPAC%202020.pdf)
- Maenza, C. V., & Soler, M. H. (2019). CARACTERIZACIÓN DEL PERÍODO DE CRECIMIENTO AGROCLIMÁTICO DEL MAÍZ (*Zea maíz*) EN LA PROVINCIA LOS RÍOS. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salu*, XXI(1), 54-59.
- Medranda, L. A., & Espinoza, J. M. (2017). *Efectos del uso de agroquímicos por productores de maíz, en el Cantón Quevedo*. Proyecto de Investigación, UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS.
- Meléndez, F. M., & Villachica, A. M. (2018). *Efecto del biol en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.) Cv NB-9043, finca El Plantel, Masaya 2017*. Trabajo de Graduación, UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, FACULTAD DE AGRONOMÍA, Managua, Nicaragua.
- Melión, D. (2019). *Variabilidad topográfica y fertilización variable de nitrógeno*. (E. E. Pergamino, Ed.) INTA.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG] (2021). Maíz tiene nuevo precio para mayo. <https://www.agricultura.gob.ec/maiz-tiene-nuevo-precio-para-mayo/>
- Muñoz, J. U. (2015). *EFFECTO DE DIFERENTES REGÍMENES DE HUMEDAD EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL MAÍZ EN LAS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE MANGLARALTO, SANTA ELENA*. TRABAJO DE TITULACIÓN, UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS.
- Ortega, I. S. (2014). Maíz I (*Zea mays*). *Reduca (Biología)*. Serie Botánica., 7 (2), 151-171.

- Poma, W. I., & Taype, P. J. (2018). *EFFECTO DE 05 DOSIS DEL BIOL PARA EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAIZ (zea mays L) VARIEDAD BLANCA, EN CONDICIONES AGROECOLÓGICAS*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA, FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS, ACOBAMBA – HUANCAVELICA. Obtenido de [http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1832/TESIS\\_\\_2017\\_\\_WILIAM%20INDALICIO%20CHANCA%20POMA%20Y%20PILAR%20JULIANA%20LULO%20TAIPE..pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1832/TESIS__2017__WILIAM%20INDALICIO%20CHANCA%20POMA%20Y%20PILAR%20JULIANA%20LULO%20TAIPE..pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Reeves, R. G., & Mangelsdorf, P. C. (1942). A proposed taxonomic change in the tribe Maydeae. *Am. J. Bot*(29), 815-817.
- Renteria, A. E. (2020). *RESPUESTA DEL CULTIVAR DE MAÍZ "TRUENO" A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL CANTÓN SANTA ROSA*. Universidad Técnica de Machala , FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, Machala .
- Reyes, L. M., Jiménez, C. E., Montiel, M. G., Galdámez, J. G., & Juan Alonso Morales Cabrera, F. B. (2018). Biofertilización y fertilización química en maíz (Zea mays l.) en Villaflores, Chiapas, México. *Siembra* , 5(1), 26-37. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6724755>
- Romero, J. C. (2018). *Los fertilizantes químicos y su influencia en la calidad de suelos de cultivos de maíz en el distrito Chingas, provincia de Antonio Raimondi-Ancash, 2017-2018*. TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO AMBIENTAL, Universidad Cersar Vallejo, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL.
- Silvestre R., E A. (2021). *EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ PARA LA PRODUCCIÓN DE ENSILAJE EN LA COMUNA PECHICHE CANTÓN SANTA ELENA*. Tesis de Grado. Universidad de Guayaquil, Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/56281/1/Silvestre%20Ram%c3%adrez%20Edwards%20Armando.pdf>
- SINAGAP. (2018). Ficha técnica de semillas de maíz. *Tipos de semillas de maíz*. <https://www.sinagap.agricultura.gob.ec/infoproductor/maiz/index.php/tipos-desemillas>

Warnars, L., & Oppenoorth, H. (2014). *El biol: el fertilizante supremo Estudio sobre el biol, sus usos y resultados*. Hivos.

Yanez, C., Zambrano, J. L., Caicedo, M., & Heredia, J. (2013). *Guía de Producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras*. Quito, Ecuador.: INIAP, Programa de Maíz.

## 7 ANEXOS.

## Anexo 1. Descripción de egresos e ingresos totales

Descripción	Cantidad	P. Unitario	Total
<b>Inversión total</b>			
Semilla de maíz	2	2	4
Fertilizante NPK	30	0,4	12
Fertilizante foliar	1	4,6	4,6
Clorpirifos	1	5	5
Atakill	2	3,6	7
Herbicida	1	9,9	9,6
Mano de obra	5	15	75
<b>Total</b>			<b>117,2</b>
<b>Biol 200 1</b>			
50 kg de estiércol de ganado	100	0,05	5
7 litros de microorganismos benéficos (EMAs)	7	1,5	10,5
14 litros de leche	14	0,6	8,4
14 litros de melaza	14	0,75	10,5
1,5 kg de sulfato de zinc (ZnSO <sub>4</sub> )	1,5	2,4	3,6
1,5 kg de sulfato de magnesio (MgSO <sub>4</sub> )	1,5	1,8	2,7
227 g de sulfato de hierro (FeSO <sub>4</sub> )	1	1,75	1,75
1 kg de sulfato de potasio (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	1	2,5	2,5
2 kg de roca fosfórica	2	1,5	3
3,5 kg de zeolita	3,5	1,3	4,55
1,5 kg de muriato de potasio (KCl)	1,5	1,4	2,1
tanque de 200 litros	1	30	30
mano de obra	8	15	120
<b>Total</b>			<b>204,6</b>

## Anexo 2. Procedimientos en campo



**Foto 1.** Elaboración de Biol



**Foto 2.** Preparación del terreno



**Foto 3.** Colocación de las codificaciones





**Foto 5.** Toma de datos

