



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

DIRECCIÓN DE CARRERA: INGENIERÍA AGRÍCOLA

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

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EFICACIA DE TECNOLOGÍAS DE NUTRICIÓN SOBRE EL
RENDIMIENTO DEL MAÍZ BLANCO PARA CONSUMO EN
FRESCO, EN ROCAFUERTE-MANABÍ**

AUTORES:

SANDRA M. BARREIRO ZAMBRANO

JOSELYN V. VELÁSQUEZ PAREDES

TUTOR:

ING. GALO A. CEDEÑO GARCÍA, Mg. Sc

CALCETA, NOVIEMBRE DE 2021

DERECHOS DE AUTORÍA

Sandra Milena Barreiro Zambrano y Joselyn Valeria Velásquez Paredes declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milena Barreiro Z

Valeria Velásquez

.....
Sandra Milena Barreiro Zambrano

.....
Joselyn Valeria Velásquez Paredes

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

GALO ALEXANDER CEDEÑO GARCÍA certifica haber tutelado el trabajo de titulación **EFICACIA DE TECNOLOGÍAS DE NUTRICIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO Y SANIDAD DEL MAÍZ BLANCO PARA CONSUMO EN FRESCO, EN ROCAFUERTE-MANABÍ**, que ha sido desarrollado por **SANDRA MILENA BARREIRO ZAMBRANO Y JOSSELYN VALERIA VELÁSQUEZ PAREDES**, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
Ing. Galo A. Cedeño García, Mg. Sc

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **EFICACIA DE TECNOLOGÍAS DE NUTRICIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO Y SANIDAD DEL MAÍZ BLANCO PARA CONSUMO EN FRESCO, EN ROCAFUERTE-MANABÍ**, que ha sido propuesta, desarrollada por **Sandra Milena Barreiro Zambrano y Josselyn Valeria Velásquez Paredes**, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
Ing. Freddy W. Mesías Gallo, Mg

MIEMBRO

.....
Ing. Luís Enrique Párraga Muñoz, Mg

MIEMBRO

.....
Ing. Gonzalo B. Constante Tubay, Mg

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A mi padre Dios por darme salud y fuerzas necesarias para no rendirme y lograr la meta propuesta la cual hoy por hoy me permite sonreír ante todos mis logros que son resultado de mis oraciones y de su generosidad.

A mi Virgencita María por escuchar mis oraciones e interceder ante nuestro padre Dios a cumplir cada una de mis peticiones, en especial mi deseo de graduarme como Ing. Agrícola.

El eje sobre el cual gira la entrega, esfuerzo y dedicación que se imprimen para cumplir cualquier meta se llama familia; por eso agradezco a mis amados padres, el Sr. Vicente Barreiro y la Sra. Auriola Zambrano, por ser mi guía, mi motor y pilar fundamental durante toda mi etapa universitaria, al igual que en las demás facetas de mi vida. Por nunca abandonarme y apoyarme en todos los ámbitos.

Dios me premio con dos hermanos, Camila y Josué la cual agradezco infinitamente por cada palabra de aliento y recordarme que soy la hermana mayor y como tal debo darles los mejores ejemplos, entre ellos la constancia y la perseverancia.

Mi agradecimiento y gratitud a mi novio, Bernabé Meza por ser mi impulso y brindarme su apoyo incondicional, por motivarme e inspirarme a ser mejor persona, por enseñarme que todo se vuelve posible cuando la Fe y la esperanza es la base para triunfar.

Agradezco a mis abuelos, el Sr. Alfonso Barreiro y Sra. Asunción Navia por estar siempre pendientes de mí, por sus excelentes consejos y por poner mi vida siempre en sus oraciones, al Sr. Pablo Zambrano y Sra. Aura Intriago (+) por el amor que me brindaron, por enseñarme que la humildad y la solidaridad son valores impropios del ser humano, pero éticos de la persona.

A mis Padrinos, el Lcdo. Eduardo Carrillo y la Lcda. Alexandra Aragundy, al Sgos. Wilson Ávila y la Lcda. María del Carmen Murillo, a la Lcda. Mirella Sánchez por demostrarme a cabalidad su apoyo y transmitirme sentimientos de

respeto, cariño y consideración durante este periodo arduo, pero fructífero.

A mi familia paterna y materna por darme palabras de aliento y motivarme a seguir adelante, recordándome que la vida está conformada por momentos Buenos y momentos malos que causaran desánimos, pero siempre estarán ahí para sostenerme cuando más los necesite.

A mí estimado tutor de tesis Ing. Galo Cedeño García, por guiar nuestro trabajo durante el proceso de ejecución de tesis, siempre con respeto, paciencia y sabiduría, principios éticos que lo caracterizan como persona y que lo hacen ser mejor ser humano. Gracias por acompañarme, no solo en el periodo de tesis sino en el trascurso de mi formación académica, ya que además de ser mi tutor fue mi docente en varios semestres.

Al Ing. Federico Diaz Trelles (+), por la facilidad que me brindo durante varios años en trasladarme a mi amada carrera, su generosidad fue uno de los motivos que me impulsaba cada mañana a levantarme, haciéndome saber que existen grandes personas en la vida capaz de ayudar a los demás sin esperar algo a cambio.

A mis docentes en general, por todos los consejos, sugerencias y conocimientos que impartieron durante estos cinco años con optimismo, imparcialidad, cariño, humildad y profesionalismo.

A la “ESPAM MFL” que me acogió como bachiller para convertirme en profesional. Dios me puso en una excelente institución, donde prevalece la humildad y se caracteriza por formar profesionales de calidad e integridad.

SANDRA MILENA BARREIRO ZAMBRANO
AUTORA

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser la fuerza de fe inquebrantable dentro de mí ser espiritual, por haberme escuchado en su silencio y haberme transmitido la paz necesaria cuando lo necesitaba.

A mi razón de vivir, mi familia Velásquez Paredes, la esencia de mi felicidad y la fuerza para construirme día a día, para ser un ser humano acogedor e íntegro para lograr retribuir lo que me han brindado; sin dejar atrás mi familia Valarezo Velásquez por sostenerme y escucharme.

Al ser más fuerte y valiente que he conocido me abuela Galud Holguín, que siempre me ha esperado con una sonrisa para motivarme a continuar con actitud positiva frente a la vida.

A mi Guadalupe Vera, mi hermana de aprendizaje y ocurrencias dentro y fuera del aula de clases, que me apoyo, me guío, me enseñó y se convirtió en un ser de luz en mis días de tinieblas.

A la institución que me formo como profesional y a los docentes que se transformaron en amigos, todo aquello que se busca para ser profesional, se encuentra en mi querida ESPAM.

Mi gratitud eterna a toda esta maravillosa cúpula que he mencionado y que me han permitido llegar a este momento de satisfacción.

JOSELYN VALERIA VELÁSQUEZ PAREDES
AUTORA

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico principalmente a Dios por haberme dado la vida y permitirme llegar hasta este momento de mi formación profesional dándome sabiduría para cumplir con un sueño que empezó aproximadamente hace cinco años.

A mis padres por ser el pilar más fundamental en mi vida ya que sin ellos nada hubiese sido posible, cada apoyo que me brindaron valió la pena, ya que supe aprovechar el esfuerzo que hacían día a día para sacarme adelante y velar por mi superación personal y profesional.

A mis hermanos, los cuales fueron parte de esta maravillosa aventura, a ellos también les dedico mi triunfo, aspirando les sirva de ejemplo y siempre tengan presente que con sacrificio y perseverancia toda meta que se propongan es posible alcanzarla.

Dedico este logro también a mi novio, por el amor y la comprensión brindada en especial en esta etapa de estudio. Él estuvo conmigo desde que empezó esta travesía y siempre me apoyo en mis decisiones. Fue la persona que jamás me abandono en los momentos que sentía que ya no podía más, sus palabras de motivación fueron claves para ayudarme a perseguir mis sueños.

A mis abuelitos paternos por compartir momentos significativos conmigo, por cada palabra de aliento y sobre todo por cada oración que dirigieron a Dios, este logro es la respuesta a sus peticiones.

A mis abuelitos maternos, que a pesar de haberlos perdido cuando esta etapa recién empezaba, nunca me abandonaron porque desde el cielo me guiaron y estoy segura que hoy por hoy están orgullosos de mí.

A mi familia en general por todo el apoyo incondicional que me han brindado durante esta etapa de estudio.

A mis padrinos de bautizo, comunión y confirmación por haber estado pendientes de mí y brindarme absoluto apoyo sobre todo en los momentos difíciles que se me presentaban. Ellos también son merecedores de este logro.

También dedico este trabajo a los docentes de mi carrera, personajes admirables que día a día buscan a través de su labor el fortalecimiento de nuestra educación en aras de una sociedad participativa y democrática.

SANDRA MILENA BARREIRO ZAMBRANO
AUTORA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo final, a mis padres, Mirian y Héctor, aquellos que sembraron en mí las bases de responsabilidad y las ganas de superación, para contribuir a una mejor sociedad, sin embargo, este logro que hoy alcanzo es de manera especial para mi Papá, que ha creído en mí siempre, a pesar de mis errores y fracasos, que siempre ha mantenido su amor incondicional por mí y justo cuando me convertí en madre, me demostró que nunca dejé de ser su niña.

A mis hermanos Steeven y Josué por ser uno de mis motivos de superación, que han creado en mi la fortaleza para continuar y poderlos apoyar en diferentes aspectos de su vida.

A la parte de mi cuerpo, que está fuera de él, pero que es la razón de mi vivir, mi hija Renatta, el renacer de una nueva vida, que llevo a convertirme en una mujer con nuevos ideales, replanteados en la empatía y la superación constante.

JOSELYN VALERIA VELÁSQUEZ PAREDES
AUTORA

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	viii
CONTENIDO GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPITULO I. ANTECEDENTES.....	1
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	3
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. SITUACIÓN ACTUAL DE MAÍZ EN EL MUNDO AMÉRICA Y ECUADOR	4
2.2. ECOFISIOLOGÍA Y NECESIDADES NUTRICIONALES DEL MAÍZ	5
2.2.1. ECOFISIOLOGÍA DEL MAÍZ	5
2.2.2. NECESIDADES NUTRICIONALES DEL MAÍZ	8
2.3. USO DE BIORREGULADORES O BIOESTIMULANTES EN LA AGRICULTURA	13
2.4. FERTILIZACIÓN BALANCEADA DE MAÍZ	14
2.5 EXPERIENCIAS EN EL USO DE ENMIENDAS Y BIOESTIMULANTES EN MAÍZ	15
CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	18
3.1. UBICACIÓN	18
3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO	18
3.3. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS ^{1/}	18

3.4. MATERIAL VEGETAL.....	19
3.5. FACTORES Y NIVELES DE ESTUDIO	19
3.6. DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS	20
3.7. MATERIAL Y DISEÑO EXPERIMENTAL	20
3.8. VARIABLES RESPUESTA Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN	20
3.8.1. VARIABLES AGRONÓMICAS.....	20
3.9. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS TECNOLOGÍAS	22
3.10. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.....	22
3.10.1. CONTROL DE MALEZAS	22
3.10.2. FERTILIZACIÓN EDÁFICA Y NUTRICIÓN FOLIAR.....	23
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. VARIABLES AGRONÓMICAS	27
4.1.1. LONGITUD, DIÁMETRO Y PESO DE MAZORCA CON Y SIN BRÁCTEAS	27
4.1.2. NÚMERO DE MAZORCAS COMERCIALES ha ⁻¹	28
4.1.3. RENDIMIENTO DE MASA DE MAZORCAS CON BRÁCTEAS (t ha ⁻¹)	29
4.1.4. RENDIMIENTO DE MASA DE MAZORCAS SIN BRÁCTEAS (t ha ⁻¹)	30
4.1.5. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL MANEJO FISIONUTRICIONAL EN MAÍZ BLANCO PARA CONSUMO EN FRESCO. ROCAFUERTE, ECUADOR, 2020.	32
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
BIBLIOGRAFÍA	35
ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICOS

CUADROS:

Cuadro 3. 1. Análisis de suelo	18
Cuadro 3. 2. Características de la variedad INIAP 543-QPM	19
Cuadro 3. 3. Descripción de factores y niveles.....	20
Cuadro 3. 4. Matriz de combinaciones de factores y niveles.....	20
Cuadro 3. 5. Plan de fertilización establecido para tratamientos de fertilización completa.	23
Cuadro 3. 6. Plan de fertilización establecido para tratamientos de fertilización básica NPK	23
Cuadro 4. 1. Efecto de varios tratamientos de fertilización sobre la longitud, diámetro y peso de mazorca con brácteas de maíz para consumo en fresco. Rocafuerte, Manabí, Ecuador, 2020. .	27
Cuadro 4. 2. Incremento de la producción de mazorcas comerciales de maíz con los tratamientos de fertilización edáfica y cocteles foliares, en relación al tratamiento control y fertilización convencional NPK. Rocafuerte, Manabí, Ecuador, 2020.....	29
Cuadro 4. 3. Incremento del rendimiento de masa de mazorcas comerciales con brácteas de maíz con los tratamientos de fertilización edáfica y cocteles foliares, en relación al tratamiento control y fertilización convencional NPK. Rocafuerte, Manabí, Ecuador, 2020.	30
Cuadro 4. 4. Incremento del rendimiento de masa de mazorcas comerciales sin brácteas de maíz con los tratamientos de fertilización edáfica y cocteles foliares, en relación al tratamiento control y fertilización convencional NPK. Rocafuerte, Manabí, Ecuador, 2020.	31
Cuadro 4. 5. Análisis económico del manejo nutricional en maíz blanco para consumo en fresco	33

GRÁFICOS

Gráfico 4. 1. Efecto de varios tratamientos de fertilización en N° mazorcas comerciales	29
Gráfico 4. 2. Efecto de varios tratamientos de fertilización sobre el rendimiento de masa de mazorcas comerciales con brácteas de maíz para consumo en fresco. Rocafuerte, Manabí, Ecuador, 2020.	30
Gráfico 4. 3. Efecto de varios tratamientos de fertilización sobre el rendimiento de masa de mazorcas comerciales sin brácteas de maíz para consumo en fresco. Rocafuerte, Manabí, Ecuador, 2020.	31

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la eficacia de tecnologías de nutrición sobre el rendimiento del maíz blanco para consumo en fresco. El experimento se desarrolló durante la época lluviosa del 2020 en localidad de El Cardón del cantón Rocafuerte, Manabí. Los tratamientos evaluados fueron T1: Fertilización NPK, T2: Fertilización NPK + coctel biorregulador, T3: Fertilización NPK + Enmienda mejoradora de suelo + coctel biorregulador, T4: Fertilización Completa + Enmienda mejoradora de suelo + coctel biorregulador, y T5: Tratamiento control. Las principales variables registradas fueron producción de mazorcas comerciales y beneficio económico neto (USD ha⁻¹). Los resultados obtenidos mostraron que los tratamientos T2, T3 y T4 alcanzaron la mayor producción de mazorcas comerciales, con incrementos del 27, 31 y 27% en contraste al tratamiento control, y 10, 15 y 12% con relación al tratamiento convencional a base de NPK. El mayor beneficio económico neto fue logrado con el tratamiento T2, con 314 USD ha⁻¹. La nutrición foliar complementaria en las fases fenológicas VE, V6 y V10, es efectiva para incrementar el rendimiento y rentabilidad del cultivo de maíz blanco para consumo en fresco.

Palabras claves: *Nutrición foliar, enmiendas, productividad del maíz*

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the efficacy of nutrition technologies on the yield of white corn for fresh consumption. The experiment was developed during the rainy season of 2020 in the town of El Cardón in Rocafuerte canton, Manabí. The treatments evaluated were T1: NPK fertilization, T2: NPK fertilization + bioregulator cocktail, T3: NPK fertilization + soil improver + bioregulator cocktail, T4: Complete fertilization + soil improver + bioregulator cocktail, and T5: Control treatment. The main variables recorded were commercial ear production and net economic benefit (USD ha⁻¹). The results obtained showed that treatments T2, T3 and T4 reached the highest production of commercial cobs, with increases of 27, 31 and 27% in contrast to the control treatment, and 10, 15 and 12% in relation to the conventional treatment based on NPK. The highest net economic benefit was achieved with the T2 treatment, with 314 USD ha⁻¹. The complementary foliar nutrition in the phenological phases VE, V6 and V10, is effective to increase the yield and profitability of the white corn crop for fresh consumption.

KEYWORDS: *Foliar nutrition, amendments, corn productivity.*

CAPITULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, los maíces blancos son el genotipo de maíz utilizado para consumo en fresco como choclo. En el litoral ecuatoriano fue liberada la variedad de maíz blanco INIAP-528 hace más de 30 años, la misma que ha sufrido erosión y desgaste genético que ha hecho susceptible a plagas y enfermedades, y por ende de baja productividad; razón por la cual en el 2019 la Estación Experimental Portoviejo (EEP), a través del programa de maíz liberó la nueva variedad de maíz blanco para consumo en choclo INIAP-543 QPM (Alarcón et al., 2019) la cual tiene un buen potencial rendimiento que puede ser mejorado con buenas prácticas de manejo nutricional, más aún cuando de antemano se conoce que la principal problemática del cultivo de maíz en la provincia y el país es la baja productividad, en relación a otros países productores como Argentina, Brasil y EE.UU. (FAO, 2019). Esta baja productividad puede ser explicada en parte a que la mayor superficie del cultivo se explota bajo condiciones de secano y laderas, por lo que la producción depende del régimen de lluvias, que por lo general tienen un comportamiento errático e irregular originando periodos cortos de sequía dentro de la época lluviosa, lo cual afecta la producción al no contarse con la instalación permanente de sistemas de riego (Vera et al., 2013; Jiménez et al., 2012; Bonilla y Zingaña, 2019; Alarcón et al., 2019).

Por otra parte, según varios estudios los suelos de Manabí presentan bajos contenidos en MO y nutrientes como el N, y S, así como varios micronutrientes, lo cual, sumado a la escasa inversión por parte de los productores en análisis de suelos para conocer la fertilidad del mismo, y en el diseño de planes de fertilización por parte de un profesional, se reduce significativamente la productividad del cultivo (Motato y Pincay, 2015; Motato et al., 2016; Cedeño et al., 2018a). Por los motivos descritos, es de vital importancia desarrollar planes nutricionales específicos para la zona de Rocafuerte, que es una zona importante en la producción de choclo. Las evidencias científicas actuales sugieren que la integración de tecnologías de nutrición como fertilización edáfica, aplicación de enmiendas y uso de cocteles foliares, mejoran positivamente el rendimiento del

cultivo, razón por la cual estas tecnologías nutricionales deben validarse bajo condiciones de Rocafuerte. Por lo expuesto, se formula la siguiente interrogante: ¿Podría la aplicación combinada de algunas tecnologías de nutrición aumentar la productividad del maíz para consumo en fresco?

1.2. JUSTIFICACIÓN

A pesar de existir diversos estudios que validan la efectividad de tecnologías nutricionales como la integración de la fertilización edáfica, la aplicación de enmiendas mejoradoras del suelo y el uso de cocteles foliares para mejorar la producción del maíz, la mayoría de estos se enfocan en la producción de maíz duro seco para grano, por lo que no se conoce la efectividad de estas tecnologías nutricionales en maíz blanco para consumo en choclo, más aún bajo las condiciones de Rocafuerte, donde recientemente el INIAP liberó la variedad de maíz para choclo INIAP-543 QPM.

En este sentido, con el interés de contribuir a la expresión del máximo potencial genético de la nueva variedad, y de incrementar el rendimiento y rentabilidad del cultivo en la zona de Rocafuerte, se hace necesario y justificable validar la eficacia de estas tecnologías nutricionales en maíz, donde la producción del cultivo se desarrolla básicamente en sistemas de agricultura familiar.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficacia de tecnologías de nutrición sobre el rendimiento del maíz blanco para consumo en fresco.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar la eficacia de cuatro tecnologías nutricionales sobre el rendimiento del maíz blanco para consumo en fresco.
- Establecer las ventajas económicas de varias tecnologías de nutrición en maíz blanco para consumo en fresco.

1.4. HIPÓTESIS

Las tecnologías de nutrición propuestas incrementarán significativamente el rendimiento del maíz blanco para consumo en fresco.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. SITUACIÓN ACTUAL DE MAÍZ EN EL MUNDO AMÉRICA Y ECUADOR

Según Jones (2009) el maíz (*Zea mays* L.) es el segundo cultivo más significativo a nivel global, algunos estudios predicen que el cultivo de maíz superará en importancia al trigo y arroz, a escala global. De igual forma MAG (2017) indica que es de vital importancia para el país en términos de seguridad alimentaria, generación de ingresos y empleo para miles de familias dependientes de este rubro agrícola.

De acuerdo a la FAO (2014) el maíz es cultivado en la mayoría de los países del mundo, el cual juega un papel fundamental en la alimentación animal y humana, siendo uno de los cereales de mayor importancia por su uso y volumen de siembra; además FIRA (2016) afirma que, el maíz es un producto agrícola que más se produce a nivel mundial, por el uso industrial se ha convertido en uno de los productos más importantes en los mercados internacionales. Su relevancia económica y social supera a la de cualquier otro cultivo, la transformación del maíz es fuente de empleo y alimento para un número importante de personas en el mundo.

De la misma forma Ortigoza et al. (2019) indica que el maíz (*Zea mays* L.), es considerado el tercer cultivo más importante del mundo, después del trigo y del arroz, debido a que se adapta ampliamente a las diversas condiciones ecológicas y edáficas.

De acuerdo a Caviedes et al. (2017) en América Latina el grano de maíz se caracteriza por presentar una gran diversidad de formas, colores y texturas, así como un elevado consumo humano directo y es fuente de la materia prima para la elaboración de balanceados para la alimentación animal. Por otro parte, el maíz en esta extensa región es cultivada en tres mega-ambientes contrastantes: la región templada que incluye a países como Argentina, Uruguay y Chile; la región tropical baja que abarca desde México a Brasil, la zona oriental de Bolivia y el Caribe; y la región tropical alta que involucra las áreas de cordillera de México, Guatemala, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia.

El maíz es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional. La provincia que concentra la mayor superficie sembrada de maíz en el Ecuador corresponde a Los Ríos con el 42 % de la participación total, le siguen en importancia Manabí y Guayas con 24 % y 21 % respectivamente. En un nivel más bajo se encuentra Loja con el 6 % del área total sembrada y el restante 7 % se reparte entre otras zonas del país. Por lo tanto, las estadísticas de producción conservan estrecha relación con el área sembrada.

2.2. ECOFISIOLOGÍA Y NECESIDADES NUTRICIONALES DEL MAÍZ

2.2.1. ECOFISIOLOGÍA DEL MAÍZ

El maíz es una monocotiledónea corresponde a una planta anual con gran desarrollo vegetativo, que puede alcanzar hasta los 5 m de altura (normalmente entre 2,0 y 2,5 m). Sus hojas son largas, anchas y planas, de gran tamaño, lanceoladas y alternas, y crecen en la parte superior de los nudos, abrazando el tallo; la cara superior de la hoja es pilosa, adaptada para la absorción de energía solar, mientras que la cara inferior, glabra, tiene numerosos estomas que permiten el proceso respiratorio (Cruz, 2006).

El maíz (*Zea mays* L.) es una especie perteneciente a la familia de las Poáceas (Gramíneas) es una planta de metabolismo C4, que no presenta foto-respiración detectable, muy eficiente en la producción de biomasa superando ampliamente a otros cultivos como el girasol, la soja o el trigo. Esta capacidad de alta producción de biomasa y elevado índice de cosecha (alrededor de la mitad de su peso seco en biomasa aérea corresponde a órganos reproductivos) se debe a una elevada tasa fotosintética, a un bajo valor energético de la materia seca producida y a una adecuada estructura del cultivo. En ambientes con alta radiación solar y elevada amplitud térmica el maíz produce, en ausencia de estreses bióticos y abióticos, muy buenos potenciales de rendimiento (Garay y Cruz, 2015).

Seguidamente los autores expresan que la espiga del maíz (principal órgano de interés comercial en los cultivos para grano) se encuentra en una posición axial

sujeta a dominancia apical durante el período crítico (alrededor de la floración, momento en el cual se determina el principal componente del rendimiento: el número de granos por unidad de superficie). Este hecho sumado al hábito de crecimiento de la planta (tipo determinado) le confiere al maíz una alta inestabilidad en el rendimiento en grano y en el índice de cosecha frente a situaciones de estrés durante el período crítico.

- **FENOLOGÍA DEL MAÍZ**

Según Garay y Cruz (2015) la escala fenológica más utilizada para describir el ciclo de un cultivo de maíz es la propuesta por Ritchie y Hanway, (1982) que utiliza caracteres morfológicos externos o macroscópicos. En ella se identifican dos grandes períodos: el vegetativo, subdividido en estadios identificados con la letra V y un subíndice, correspondiente al orden de la última hoja completamente extendida (lígula visible) al momento de la observación y el reproductivo, identificado con la letra R y un subíndice que comienza en R₁ hasta R₆ (madurez fisiológica). Desde los estadios R₃ hasta R₅, inclusive, corresponde al llenado de los granos.

Cuadro 2.1. Estados fenológicos de maíz de acuerdo a la Escala de Ritchie & Hanway (1982) citado por Garay & Cruz (2015).

Estados Vegetativos		Estados Reproductivos	
V _E	Emergencia	R ₁	Emergencia de estigmas
V ₁	1 ^a Hoja	R ₂	Cuaje
V ₂	2 ^a Hoja	R ₃	Grano lechoso
...		R ₄	Grano pastoso
V _n	N ^a hoja	R ₅	Grano dentado
V _T	Panojamiento	R ₆	Madurez fisiológica

La planta de maíz para una adecuada germinación de la semilla necesita absorber un 30 a 40% de su peso en agua. Al final de la etapa de germinación la plántula tiene 2 hojas emergidas, y el ápice o meristema apical todavía se encuentra ubicado bajo el nivel de la superficie del suelo (situación que le permite

tolerar heladas tardías). Durante esta etapa, el meristema va formando primordios de hojas y yemas, a una tasa relativamente constante denominada plastocrono (con valores de 20-21°C día, con temperatura base de 8°C) (Garay y Cruz, 2015).

Los primeros 4-5 entrenudos no presentan elongación y comienzan a aparecer las raíces nodales que van reemplazando a las raíces seminales. La elongación de los entrenudos comienza a partir de V_6 continuando hasta la aparición de los estigmas (R_1), momento en el cual queda determinada la altura máxima de la planta y el área foliar máxima (todas las hojas ya se han desplegado completamente) (Garay y Cruz, 2015).

Seguidamente los autores indican que el panojamiento (VT) se completa con la aparición de las anteras de las flores de la panoja comenzando la liberación del polen que se extiende por unos días. Este proceso comienza unos días previos a la aparición de los estigmas (protandria). Tanto la liberación del polen como la receptividad de los estigmas se encuentran acotadas a un corto período de tiempo.

Finalmente, los autores mencionan que la fase I es de acumulación muy lenta de materia seca y corresponde al período de cuaje de los granos (R_2), que se extiende unos 10 a 20 días posterior a la floración, según la temperatura y el genotipo. La fase II, o fase efectiva de llenado de grano, es de crecimiento lineal y a tasa máxima. Esta etapa generalmente dura más de la mitad del período total de llenado de los granos. La fase III o etapa final (crecimiento no lineal), es la etapa donde la tasa de llenado va declinando durante una o dos semanas, hasta hacerse nula, completándose el crecimiento del grano que alcanza su madurez fisiológica y por ende su máximo peso seco.

2.2.2. NECESIDADES NUTRICIONALES DEL MAÍZ

Según León (2016) el rendimiento de maíz ésta determinado principalmente por el número final de granos logrados por unidad de superficie, el cual está en función de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del período de floración. Por lo tanto, para alcanzar altos rendimientos, el maíz debe lograr un óptimo estado fenológico en floración.

Menciona Villamar (2011) el maíz requiere altos niveles de fertilización para producir bien; así, el maíz extrae del suelo 90 Kg. de N, 27 Kg. de P_2O_5 , 26 Kg. K_2O , 11 Kg. de calcio, 13 Kg. de Mg; 10 Kg. de S, por cada 100 quintales de grano de maíz.

- **MACRONUTRIENTES**

Son elementos necesarios en cantidades relativamente abundantes para asegurar el crecimiento y supervivencia de las plantas en el cultivo de maíz:

- ✓ **Nitrógeno (N)**

La producción de granos para alimento, como el maíz, está limitada por el nitrógeno disponible en el suelo debido a su alto contenido proteico (Maddonni et al., 2003). En el cultivo de maíz en general las deficiencias de nitrógeno reducen la producción de biomasa, ya que afectan notoriamente la síntesis de proteínas imprescindibles para el crecimiento celular. Esto se traduce en una disminución del área foliar del cultivo y por ende en una disminución de la producción de fotoasimilados disponibles (Di Benedetto y Tognetti, 2016).

La disminución en la radiación interceptada se explica, principalmente por reducciones en la expansión foliar, mientras que la menor eficiencia de conversión se explica por la baja tasa fotosintética, debido a la menor síntesis de la enzima rubisco producto de un bajo contenido de nitrógeno en hoja (Taiz y Zeiger, 2015).

La fase crítica de asimilación de nitrógeno, se sitúa en el período previo a la emisión de los estigmas, fuertemente relacionado con el período de activo crecimiento vegetativo. Pasado este período, se produce una fuerte caída de la absorción de nitrógeno, debido a que la actividad fotosintética y la transpiración comienzan a decrecer y la fase de crecimiento exponencial se detiene (Geiger, 2009).

Durante la floración (momento donde se determina el número de granos por unidad reproductiva) menores valores de radiación interceptada y de eficiencia de conversión reducen la tasa de crecimiento (D' Andrea et al., 2008). Es por esto, que las deficiencias de nitrógeno reducen el rendimiento, siendo el número de espigas por planta (D'Andrea et al., 2009) y los granos logrados por óvulo diferenciado, los componentes del rendimiento más afectados.

✓ **Fósforo (P)**

La cantidad de Fósforo en la planta de maíz es baja en comparación con el Nitrógeno y el Potasio, este es un elemento importante para la nutrición del maíz, y las mayores concentraciones se presentan en los tejidos jóvenes. También este elemento es muy importante para el desarrollo radicular. La cantidad de Fósforo extraída por las plantas en condiciones normales de cultivos es aproximadamente 10 kilogramos por tonelada de grano cosechado (Taiz y Zeiger, 2015).

El fósforo inorgánico (Pi) es un macronutriente esencial fundamental en la mayoría de los procesos bioquímicos y de desarrollo en las plantas. El Pi es estructural, componente de moléculas clave como los ácidos nucleicos y los fosfolípidos y también funcional ya que regula cascadas de transducción de señales y transcripciones. El Pi también participa como intermediario en procesos fundamentales como la fotosíntesis, reacciones de transferencia de energía y del metabolismo del carbono y nitrógeno (Taiz y Zeiger, 2015).

Es uno de los macronutrientes menos disponibles para las plantas en los suelos, y por lo tanto se considera que es una limitación importante para el crecimiento y la productividad de los cultivos. Como consecuencia, las plantas desarrollaron

una serie de adaptaciones bioquímicas y de desarrollo para combatir esta deficiencia. En el maíz, estas adaptaciones se relacionan con un amplio espectro de mecanismos para aumentar la captura y asimilación de este nutriente. (Calderón et al., 2009).

✓ **Potasio (K)**

Su rol más relevante lo cumple en todo proceso de traslado de azúcares fotosintetizados. A medida que la planta va fotosintetizando, va acumulando azúcares en las hojas. Estos azúcares son los que la planta trasloca a los granos en el momento del llenado de los mismos. El potasio es el responsable principal de este traslado (Gaspar, 2008).

✓ **Calcio (Ca)**

Es uno de los nutrientes más importantes, y tal vez al que menos atención se le presta por considerar a suelos bien abastecidos del mismo. Su rol principal está asociado en la síntesis de componentes de estructura de la planta en la forma de pectato de calcio. La demanda de este nutriente es lineal a lo largo de todo el ciclo, puesto que la planta lo utiliza durante la etapa de crecimiento radicular, durante la etapa de crecimiento vegetativo, durante la floración y finalmente durante la etapa de crecimiento del fruto (Gaspar, 2008).

✓ **Magnesio (Mg)**

Cumple tres roles importantes en la planta. En primer lugar, es integrante de la clorofila, potenciado de esta manera la síntesis de azúcares. También en el proceso de traslado de azúcares a los granos en forma similar al potasio, aunque en un segundo plano de importancia. Y finalmente optimiza el aprovechamiento del fósforo dentro de la planta facilitando el desdoblamiento del ATP (fuente de fósforo) (Gaspar, 2008).

✓ **Azufre (S)**

Fundamental para el aprovechamiento del nitrógeno. Una que el nitrógeno se acumuló como nitrato en las hojas, debe ser transformada en proteína. En ese

caso interviene una enzima llamada nitrato reductasa, en la que el azufre es uno de sus principales componentes. También forma parte de la síntesis de aminoácidos azufrados (cistina, cisteína, y metionina), de algunas vitaminas (tiamina, biotina) y de la coenzima A, fundamental para la respiración (Gaspar, 2008).

- **MICRONUTRIENTES**

Castellanos (2013) indica que los micronutrientes en cantidades pequeñas son indispensables, una deficiencia o un exceso conlleva a tener consecuencias.

- ✓ **Hierro (Fe)**

Elemento absorbido principalmente por las raíces como ion ferroso (Fe^{2+}), asume la función de catalizador de los procesos respiratorios y de la formación de la clorofila. Su disponibilidad depende de factores como temperatura, excesos de fósforo, aluminio y algunos metales pesados. Los síntomas de deficiencia se manifiestan en las hojas jóvenes en forma de una clorosis intervenal pronunciada. La planta de maíz presenta una sensibilidad media a la deficiencia de este elemento.

- ✓ **Manganeso (Mn)**

Es absorbido por la planta como ion manganeso Mn^{2+} , es un elemento catalizador de la formación de la clorofila y de las reacciones de óxido-reducción en los tejidos. Es un componente poco móvil, es poco disponible en suelos alcalinos. Los síntomas de deficiencia se manifiestan tanto en las hojas jóvenes como adultas, en forma de clorosis intervenal y una formación de manchas necróticas. La planta de maíz está dentro del nivel medianamente sensible.

- ✓ **Zinc (Zn)**

Absorción por raíz y vía foliar como ion divalente (Zn^{2+}), implicado en la síntesis de triptófano, precursor clave de las auxinas (hormona de crecimiento vegetal). Es antagónico de Fe y P; a menudo hace sinergia con el Cu y Mg. Su disponibilidad disminuye en suelos alcalinos. En la planta se muestra un

acortamiento de los entrenudos, típico aspecto y frutos pequeños. En el caso de la planta de maíz es muy sensible a la deficiencia de este elemento, presenta manchas intervenal es verde pálido y amarillas a veces blancas.

✓ **Cobre (Cu)**

Es absorbido como ion divalente (Cu^{+2}), participa en la activación de enzimas. Un exceso de este elemento resultaría tóxico para la planta, las deficiencias se presentan en caso de excesos de fósforo. Deficiencias moderadas y agudas dan síntomas visibles en las partes apicales de la planta, aunque no son tan vistosas, el maíz es mediamente sensible.

✓ **Boro (B)**

Es utilizado en las plantas como ácido bórico H_3BO_3 . En las plantas se encuentra en pequeñas cantidades, pero aun así ejercita un efecto estabilizante en los complejos del Ca, además de influenciar procesos fisiológicos del control hormonal. Su disponibilidad se ve afectada por el exceso de N, aplicaciones recientes de cal y situaciones climáticas. Elemento poco móvil, los síntomas de deficiencia se pueden manifestar en cualquier momento del ciclo productivo, el maíz es medianamente sensible a este problema. Se manifiesta en las hojas con un engrosamiento, fragilidad y puntos cloróticos.

✓ **Molibdeno (Mo)**

Resulta más asimilable en suelos alcalinos por la planta como (MoO_4), está asociado a la enzima nitrato-reductasa. Los síntomas que muestra en deficiencia son clorosis en las hojas basales más viejas y las hojas jóvenes resultan pálidas y menos desarrolladas. Las plantas viven en un ambiente iónico muy diluido donde logran nutrirse y por lo tanto sobrevivir, si este no cumple con las características indicadas la planta no tendrá un desarrollo y crecimiento óptimo.

2.3. USO DE BIORREGULADORES O BIOESTIMULANTES EN LA AGRICULTURA

Los biorreguladores en la agricultura se los emplea para promover, controlar, manejar diferentes partes y estados de las plantas, así como: enraizamiento, terminación de dormancia, formación de flores, cuajado de fruto y su desarrollo, caída de órganos, tamaño de la planta, etc. Por lo tanto, al aplicar los biorreguladores se alteran los procesos fisiológicos a través de efectos metabólicos (Hernández, 2007).

Díaz (2017) menciona que los biorreguladores en los cultivos es una necesidad comercial, ya que su uso permite programar cosechas, mejorar significativamente la calidad de los cultivos, aumentar rendimientos, y ser competitivo en los mercados de interés.

- **Estimulación del crecimiento vegetativo:** La mejor recomendación es una combinación de ácido giberélico más una citocinina de alta bioactividad para lograr un crecimiento armónico y vigor en los cultivos, con esta mezcla, la dosis convencional de ácido giberélico para estimular crecimiento se puede reducir en un 20%.
- **Inhibición del crecimiento:** Paclobutrazol, Prohexadione y Trinexipac son productos que inhiben el crecimiento, afectando la síntesis de giberelinas. El CCC y Prohexadione son los de mayor y menor bioactividad respectivamente y pueden aplicarse vía suelo foliar. Se sugiere manejar más frecuentemente aquellas de baja bioactividad para no exceder las dosis, sobre todo si se pretende reducir temporalmente el crecimiento.
- **Brotación lateral de yemas:** El rebrote de yemas para generar laterales, una mezcla de ácido giberélico con citocininas es una mezcla adecuada para este objetivo, donde las citocininas realizan la apertura de las yemas, mientras que las giberelinas continúan el proceso de crecimiento, esto es muy común en plantaciones.

- **Regulación de la fructibilidad y apertura floral:** La calidad de la flor que se forme es fundamental y en términos prácticos el tamaño de éstas es un factor importante y manejable para regular y evaluar; tratamientos de biorreguladores con citocininas de alta bioactividad durante la formación de la flor inciden en este proceso.
- **Amarre de frutos:** Este evento depende de la calidad de la flor, condición de la planta y el clima, regular este proceso es difícil y comercialmente solo la aplicación de auxinas de alta bioactividad, o de citocininas.
- **Tamaño de fruto:** En una etapa inicial se puede inducir en aumento en el tamaño de la flor con aplicaciones pre florales de citocininas de alta bioactividad y posteriormente en post floración con tratamientos de citocininas de alta bioactividad y en algunos casos con ácido giberélico, la función de las citocininas está dirigida a formar más células, ya que, a mayor división celular, mayor potencial para el tamaño final del fruto.
- **Madurez de frutos y senescencia de las plantas:** A varios frutos carnosos se les puede inducir su madurez, mediante la aplicación de ethephon (que se transforma en etileno en el tejido).
- **Regulación de la actividad del sistema radical:** El desarrollo radical implica la formación de raíces nuevas a partir de las existentes, así como su crecimiento, la formación está ligada a la presencia de auxinas, mientras que para el crecimiento participan tanto auxinas (en bajas cantidades), como citocininas y giberelinas. Los ácidos naftalenacético e indolbutírico son las auxinas más utilizadas comercialmente en la promoción de la iniciación de formación de raíces adventicias o laterales en esquejes y acodos.

2.4. FERTILIZACIÓN BALANCEADA DE MAÍZ

Un programa de fertilización balanceada, que incluya la aplicación de N, P y S, es esencial para optimizar el rendimiento del cultivo, incrementar la rentabilidad

y mejorar la eficiencia de uso de los nutrientes (provenientes del suelo y del fertilizante) por parte del cultivo, minimizando el impacto sobre el ambiente (Ciampitti et al., 2010).

Según Lafitte (2017) la fertilización balanceada es una práctica agronómica común en el cultivo del maíz; una carencia nutricional puede reducir entre 10 y 30 % el rendimiento, antes de que aparezcan síntomas claros de la deficiencia. La inversión en la fertilización del maíz representa aproximadamente el 30 % de los costos de la producción de las áreas con riego y hasta el 60 % en áreas de secano, la que reduce las utilidades de los agricultores e influye en la degradación de la fertilidad del suelo. Seguidamente Montano et al. (2007) menciona que, para resolver ambos problemas, se está imponiendo el redimensionamiento del uso de las tecnologías, sugiriéndose el uso de biofertilizantes (8–10) y estimuladores de crecimiento.

El uso de fertilizantes en maíz es una práctica muy importante para lograr altos rendimientos. Es necesario que las plantas tengan a su disposición, en tiempo y en forma, los nutrientes que necesitan para que expresen su máximo potencial de rendimiento (Bonatti et al., 2014). Los nutrientes minerales tienen funciones esenciales y específicas en metabolismo de plantas: pueden funcionar como constituyentes orgánicos estructuras, como activadores de reacciones enzimáticas, o como carga portadores y osmorreguladores (Schwambach et al., 2005).

La fertilización, como parte de la nutrición vegetal, tiene como fin lograr que el aporte de nutrimentos a la planta satisfaga las expectativas del cultivo. Por su relevancia, a la nutrición se le considera como el factor de producción más importante después de la disponibilidad de agua (Quesada y Hernández, 2013).

2.5 EXPERIENCIAS EN EL USO DE ENMIENDAS Y BIOESTIMULANTES EN MAÍZ

En una investigación reciente desarrollada por Motato et al. (2016) reportaron que la fertilización nitrogenada del maíz amarillo duro con micronutrientes promovió un mayor uso eficiente del nitrógeno y rendimiento del cultivo en zonas maiceras de Manabí. Por otra parte, en un trabajo desarrollado por Cedeño et al. (2018a) en la zona de Calceta, alcanzaron mayor rendimiento de maíz amarillo

duro, cuando la fertilización edáfica se complementó con aplicaciones foliares de biorreguladores y micronutrientes, en relación a la fertilización edáfica tradicional.

Resultados similares fueron reportados por Cedeño et al. (2018b) para el cultivo de arroz en la zona de Rocafuerte, aplicando el mismo coctel de biorreguladores y micronutrientes como complemento de la fertilización edáfica. Varias investigaciones han determinado que el uso de enmiendas orgánicas-minerales aplicadas al suelo mejoran notablemente la fertilidad física, química y biológica del suelo, el uso eficiente de nutrientes y el rendimiento del cultivo (Obregón, et al., 2016; Barrera et al., 2017; Iglesias et al., 2018; Sosa y García, 2018).

En este sentido, la metodología de investigación participativa como herramienta de validación ha sido utilizada con éxito en varios países, donde la finalidad es hacer partícipe a los productores del proceso de investigación y la posterior selección de las tecnologías más eficaces (Gutiérrez, 2010; Albicette y Chiappe, 2012).

Estudios realizados por Álvarez et al. (2010); Rincón, et al. (2007), en el manejo integrado de la fertilización y abonos orgánicos en cultivos de maíz, sugiere la necesidad de estudiar la dinámica de la mineralización y aporte de nutrimentos durante el ciclo de crecimiento del cultivo, en virtud de que se ha demostrado que se mejoran los rendimientos con bajas dosis de fertilizantes cuando se adicionaron fuentes orgánicas (composta, bocashi y humus de lombriz).

Adicionalmente, López et al. (2001), encontraron efectos positivos en la aplicación de abonos orgánicos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y el rendimiento del cultivo de maíz con producciones de hasta 6.05 t.ha^{-1} de grano. Estos mismos autores sugieren dosis de abono orgánico de 20 a 30 t.ha^{-1} , con las que se pueden mejorar los rendimientos para el cultivo de maíz en suelos de baja oferta nutricional, sin embargo, se requiere de una baja fertilización complementaria para suplir las necesidades del cultivo.

Experiencias científicas, respecto de la respuesta del cultivo de maíz a la adición de N al suelo con abonos orgánicos, han sido reportadas de países como Argentina y Colombia (Pedro et al., 2008; Espinoza y García, 2009). En el

Ecuador, en particular en el área maicera de Manabí, ha sido evidente la obtención de incrementos significativos en los rendimientos por unidad de superficie (Motato et al., 2004; Vera, 2011).

De acuerdo a Motato et al. (2016) la respuesta del cultivo de maíz a la fertilización complementaria con biol y micro elementos, tuvo efectos significativos en los ensayos ubicados en los cantones de Jipijapa y Bolívar. El efecto de esta fertilización (aplicación al suelo: de Biol 60%, en dos oportunidades, y del abono Nutrimentos II) en el rendimiento del híbrido de maíz INIAP H-603 fue evidente, ya que se obtuvieron producciones de 11,95 (Jipijapa), 7,47 (Bolívar) y 5,90 (Santa Ana) t.ha⁻¹

Suarez (2013) menciona que utilizó el bioestimulante foliar Biozyme TF en dosis de 2 l/ha para lograr incrementar significativamente el rendimiento del cultivo de maíz y por su mayor beneficio económico. La aplicación de los bioestimulantes foliares debe ser complementaria a un programa de fertilización química u orgánica basados en un análisis químico del suelo.

Para satisfacer las necesidades nutricionales de cultivos como el maíz, se requieren altas cantidades de abonos lo que implica una elevada disponibilidad de residuos orgánicos para su elaboración y condiciones adecuadas para su almacenaje y aplicación (López et al., 2001).

El uso de híbridos y la fertilización nitrogenada son herramientas para aspirar altos rendimientos de grano de maíz; al combinarse con mejores prácticas agronómicas, como la enmienda de materia orgánica y el encalado de suelos ácidos, la retención de agua en periodos de sequía y drenaje cuando hay exceso de lluvias, eficaz control de malezas y plagas del suelo y follaje (Moreno et al., 2004; Bruulsema et al., 2008; Kibet et al., 2009; Álvarez et al., 2010; Tadeo, et al., 2012)

CAPITULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se desarrolló en el sitio Danzarín, perteneciente al cantón Rocafuerte, Manabí. El experimento se posesionó geográficamente entre las coordenadas 0°54' Latitud sur, 80°22' longitud oeste, con una altitud de 94 msnm.

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La presente investigación tuvo una duración de siete meses, desde febrero - agosto 2020.

3.3. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS^{1/}

Precipitación anual:	245.3 mm
Temperatura máxima:	30.5°C
Temperatura mínima	21.6°C
Humedad relativa:	86%

A continuación, se presentan los resultados del análisis de suelo realizado previo al establecimiento del ensayo.

Cuadro 3. 1. Análisis de suelo

Interpretación de análisis de suelo					
Elemento	Unidad	Valor	Rocafuerte		
			Bajo	Medio	Alto
NH ₄	Ppm	13	B		
P		38			A
K	meq/100 mL	0,95			A
Ca		20			A
Mg		5			A
S		8	B		
Zn	Ppm	1	B		
Cu		4,4			A
Fe		37			M
Mn		14.1			M
B		0,42	B		
MO		%	2,8	M	
Ph	-----	6,3			Ligeramente ácido

A: Alto; B: Bajo; M: Medio

3.4. MATERIAL VEGETAL

Se utilizó una variedad mejorada de maíz INIAP 543-QPM para consumo en fresco.

Cuadro 3. 2. Características de la variedad INIAP 543-QPM

Descriptor	Datos agronómicos
Tipo de variedad	Libre polinización
Altura de planta (cm)	
Altura de inserción de mazorca (cm)	
Floración femenina (días)	Precoz
Acame de raíz (%)	Resistente
Acame de tallo (%)	Resistente
Tipo de mazorca	Cónica-cilíndrica
Cobertura de mazorca	Buena
Longitud de mazorca (cm)	
Diámetro de mazorca (cm)	
Color del grano	Blanco
Textura del grano	Dentado
Peso 1000 semillas (g)	
Cosecha en choclo	75-80 días
Ciclo vegetativo	120 días
<i>Puccinia sorghi</i>	Infección débil
<i>Cercospora zea-maydis</i>	Infección débil
<i>Helminthosporium maydis</i>	Infección moderada
<i>Curvularia lunata</i>	Infección moderada

Fuente (INIAP, 2019)

3.5. FACTORES Y NIVELES DE ESTUDIO

Se evaluaron tres factores tecnológicos que fueron: Fertilización edáfica (A); Enmienda mejoradora de suelo (B) y Coctel de biorreguladores (C), con dos niveles para cada factor tecnológico, utilizando la metodología del Experimento +1. En el cuadro 3.3 y 3.4 se detallan los factores, niveles y arreglos de tratamientos.

Cuadro 3.3. Descripción de factores y niveles

Factores tecnológicos	Niveles	
	1	2
(A)	NPK	Completa
(B)	Sin Enmienda	Con Enmienda
(C)	Sin biorregulador	Con biorregulador

Cuadro 3.4. Matriz de combinaciones de factores y niveles

Tratamientos	Factores (A:B:C) y niveles (1:2)		
	A	B	C
T1	A ₁	B ₁	C ₁
T2	A ₁	B ₁	C ₂
T3	A ₁	B ₂	C ₂
T4	A ₂	B ₂	C ₂
T5	Tratamientos Testigo		

3.6. DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS

T₁ = Fertilización NPK

T₂ = Fertilización NPK + coctel biorregulador

T₃ = Fertilización NPK + Enmienda mejoradora de suelo + coctel biorregulador

T₄ = Fertilización Completa + Enmienda mejoradora de suelo + coctel biorregulador

T₅ = Control (sin aplicación)

3.7. MATERIAL Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cinco tratamientos, cuatro repeticiones y 20 unidades experimentales. La unidad experimental se conformó en parcelas de 24 m² (6m x 4m), donde se establecieron seis hileras distanciadas entre sí a 0,80 m, y dentro de cada hilera las plantas se sembraron a 0,30 m entre sí, simulando una densidad de 41666 plantas ha⁻¹.

3.8. VARIABLES RESPUESTA Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

3.8.1. VARIABLES AGRONÓMICAS

- **LONGITUD DE MAZORCA CON Y SIN BRÁCTEAS (cm)**

Al momento de la cosecha, dentro del área útil se escogieron cinco mazorcas comerciales al azar, a las cuales se le registro la longitud desde la base al ápice de la mazorca con la ayuda de una cinta métrica.

- **DIÁMETRO DE MAZORCA CON Y SIN BRÁCTEAS (cm)**

Esta variable se la realizó al momento de la cosecha, donde del centro de la parcela se tomó cinco mazorcas comerciales al azar, a las cuales se le registro el diámetro en el tercio medio de la mazorca con la ayuda de un calibrador.

- **PESO DE MAZORCA CON Y SIN BRÁCTEAS (g)**

Para obtener el peso de esta variable, se tomó del área útil cinco mazorcas comerciales al azar, a las cuales se le registro el peso con la ayuda de balanza de precisión.

- **PRODUCTIVIDAD DE MAZORCAS COMERCIALES CON Y SIN BRÁCTEAS (t ha⁻¹)**

Se registró el peso de todas las mazorcas comerciales del área útil y luego se extrapolo a hectárea.

- **CANTIDAD DE MAZORCAS COMERCIALES (MAZORCAS ha⁻¹)**

La cantidad de mazorcas comerciales se la obtuvo de la contabilización del número de mazorcas comerciales por parcela útil y luego se extrapolo a hectárea

- **EFICACIA DE LAS TECNOLOGÍAS**

En base al rendimiento de mazorcas comerciales de cada parcela útil, se aplicó con la siguiente ecuación para obtener la eficacia:

$$Eficacia (\%) = \frac{Rc - Rs}{Rc} \times 100$$

Donde:

R_c = Rendimiento de tratamientos con tecnologías

R_s = Rendimiento del tratamiento control

3.9. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS TECNOLOGÍAS

El análisis económico se realizó a través de la estimación del beneficio neto de las tecnologías propuestas. Para esto se estimaron los costos que varían por tratamiento (CqV), los que estuvieron en función del costo de las alternativas tecnológicas (fertilización, enmiendas y biorreguladores), aplicaciones y costo unitario de insumos (U\$\$ kg^{-1} o L^{-1}) y costo de la mano de obra. En el tratamiento Testigo, el costo que vario fue de cero ($CqV=0$). Con los datos de rendimiento (mazorcas comerciales ha^{-1}) y precio unitario de venta (U\$\$ $almú^{-1}$ o $centena^{-1}$ de mazorcas comerciales) se calcularon los ingresos brutos. Con base en la diferencia entre los rendimientos de cada tratamiento y el testigo se estimó el efecto de la aplicación de las alternativas tecnológicas. Con los datos de costos e ingresos se calcularon los beneficios netos (Duicela y Ponce, 2015).

3.10. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

3.10.1. CONTROL DE MALEZAS

- **Pre-emergencia**

Se aplicó la mezcla de los herbicidas Atrazina-80 + pendimetalin en dosis de 1.5 + 3 litros ha^{-1} , respectivamente. Debido a que existió presencia de malezas en el momento de la siembra, se incluyó a la mezcla anteriormente descrita 1.5 litros de glifosato.

- **Post-emergencia**

Debido a que existió la presencia de malezas de hoja ancha y coquito, luego del tratamiento en pre-emergencia, se aplicó Bentazon + MCPA en dosis de 1.5 litros ha^{-1} de cada uno, a partir de la segunda o tercera hoja del cultivo hasta que el maíz tuviera como máximo cinco hojas. Por lo que existió presencia de malezas

gramíneas, se utilizó el herbicida nicosulfuron (ACCENT) en dosis de 20 a 30 g ha⁻¹, adicionando 200 a 300 mL de un surfactante.

3.10.2. FERTILIZACIÓN EDÁFICA Y NUTRICIÓN FOLIAR

La fertilización se realizó en base a un análisis de suelo y la demanda nutricional del cultivo. En el cuadro 3.5 y 3.6 se muestran las dosis de fertilización tanto para los tratamientos de fertilización completa y fertilización básica NPK, respectivamente. La dosis de NPK la cual fue la misma para todos los tratamientos de fertilización, excepto para el tratamiento control.

Cuadro 3.5. Plan de fertilización establecido para tratamientos de fertilización completa.

Fertilizantes	Cantidad (kg ha ⁻¹)	kg ha ⁻¹					g ha ⁻¹	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S	Zn	B
MESZ	100	12	40	-	-	10	1000	250
Korn Kali	100	-	-	40	3	2	-	-
Kmag	100	-	-	22	18	22	-	-
Urea	300	138	-	-	-	-	-	-
Total	600	150	40	62	21	34	1000	250

Cuadro 3.5. Plan de fertilización establecido para tratamientos de fertilización básica NPK

Fertilizantes	Cantidad (kg ha ⁻¹)	kg ha ⁻¹		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
DAP	87	16	40	-
Muriato de K	103	-	-	62
Urea	291	134	-	-
Total	481	150	40	62

La urea se aplicó en tres fracciones y proporciones, según lo recomendado por García y Espinoza (2009), que la aplicación de las fuentes nitrogenadas se las realiza en la primera etapa fenológica VE (emergencia) colocando el 20% del fertilizante, los dos restantes fueron aplicadas en las etapas V6 (hoja 6) y V10 (hoja 10) con el 40% de la urea en cada aplicación. El fertilizante fosfatado fue

aplicado en su totalidad a la siembra a la emergencia del cultivo (VE). El resto de fertilizantes fueron aplicados en dos fracciones y proporciones, el 50% en la etapa VE y el resto en la etapa V6.

La nutrición foliar con coctel biorregulador se efectuó con micronutrientes y fitorreguladores a base un *mix* de quelatos de micronutrientes de bajo peso molecular (metalosatos) y un fitorregulador trihormonal comercial a base de citocininas (100 ppm), ácido giberélico (56 ppm) y ácido 3-indol butírico (56 ppm) en dosis de 1 L ha⁻¹. El coctel foliar se aplicó en las etapas fenológicas V6 (hoja 6), V12 (hoja 12) y V18 (hoja 18). La enmienda mejoradora de suelo estuvo conformada por 50% de una enmienda mineral y 50% de una enmienda orgánica, que se aplicó en dosis de 1 t ha⁻¹ y se colocó en banda al momento de la emergencia del cultivo (VE).

A continuación, se describen el plan y momento de aplicación de los tratamientos en el lote de maíz:

Cuadro 3.6. Plan de aplicación de cada uno de los tratamientos

Tratamiento 1	Dosis de fertilizantes y enmiendas/parcela (g/parcela)									Coctel foliar (cc/L)		
	Urea	DAP	Muriato K	MESZ	Korn Kali	Kmag	E. Silicio	E. Orgánica			Trihormonal	Micronutrientes
Fracción 1 (VE)	168 g	251 g	148 g									
Fracción 2 (V6)	335 g		148 g									
Fracción 3 (V10)	335 g											
Fase V18												
Siembra												
Tratamiento 2	Dosis de fertilizantes y enmiendas/parcela (g/parcela)									Coctel foliar (cc/L)		
	Urea	DAP	Muriato K	MESZ	Korn Kali	Kmag	E. Silicio	E. Orgánica			Trihormonal	Micronutrientes
Fracción 1 (VE)	168 g	251 g	148 g									
Fracción 2 (V6)	335 g		148 g							2,5 cc/L	2,5 cc/L	
Fracción 3 (V10)	335 g									2,5 cc/L	2,5 cc/L	
Fase V18										2,5 cc/L	2,5 cc/L	
Siembra												
Tratamiento 3	Dosis de fertilizantes y enmiendas/parcela (g/parcela)									Coctel foliar (cc/L)		
	Urea	DAP	Muriato K	MESZ	Korn Kali	Kmag	E. Silicio	E. Orgánica			Trihormonal	Micronutrientes
Fracción 1 (VE)	168 g	251 g	148 g									
Fracción 2 (V6)	335 g		148 g							2,5 cc/L	2,5 cc/L	
Fracción 3 (V10)	335 g									2,5 cc/L	2,5 cc/L	
Fase V18										2,5 cc/L	2,5 cc/L	
Siembra							1450 g	1450 g				

Tratamiento 4	Dosis de fertilizantes y enmiendas/parcela (g/parcela)								Coctel foliar (cc/L)	
	Urea	DAP	Muriato K	MESZ	Korn Kali	Kmag	E. Silicio	E. Orgánica	Trihormonal	Micronutrientes
Fracción 1 (VE)	168 g			290 g	145 g	145 g				
Fracción 2 (V6)	335 g				145 g	145 g			2,5 cc/L	2,5 cc/L
Fracción 3 (V10)	335 g								2,5 cc/L	2,5 cc/L
Fase V18									2,5 cc/L	2,5 cc/L
Siembra							1450 g	1450 g		

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VARIABLES AGRONÓMICAS

4.1.1. LONGITUD, DIÁMETRO Y PESO DE MAZORCA CON Y SIN BRÁCTEAS

El análisis de varianza aplicado a las variables longitud, diámetro y peso de mazorcas con y sin brácteas, mostro diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos, lo cual indica que los tratamientos de fertilización influyeron sobre el desarrollo y peso de las mazorcas. Los resultados muestran que los tratamientos de fertilización probados superaron ampliamente al tratamiento control, donde se evidencian diferencias de medias significativas, mientras que entre los tratamientos de fertilización no hubo diferencias significativas entre medias, lo cual indica que cualquiera de los tratamientos de fertilización evaluados es suficiente para que la mazorca crezca y gane peso (**Cuadro 4.1**).

Cuadro 4. 1. Efecto de varios tratamientos de fertilización sobre la longitud, diámetro y peso de mazorca con brácteas de maíz para consumo en fresco. Rocafuerte, Manabí, Ecuador, 2020.

Tratamientos	Longitud de mazorca (cm)		Diámetro de mazorca (mm)		Peso de mazorca (g)	
	Con brácteas	Sin Brácteas	Con brácteas	Sin brácteas	Con brácteas	Sin brácteas
T1: F. NPK	30,30 ab ^{1/}	20,80 b	55,67 b	44,64 b	344,77 b	244,90 b
T2: F. NPK + Coctel foliar	30,55 ab	20,85 b	55,04 b	44,61 b	354,40 b	247,50 b
T3: F. NPK + Enmienda + Coctel foliar	31,70 b	20,72 b	56,05 b	45,55 b	348,50 b	255,80 b
T4: F. Completa + Enmienda + Coctel foliar	32,25 b	21,40 b	56,52 b	46,22 b	368,70 b	252,55 b
T5: Control	27,90 a	18,15 a	50,37 a	39,25 a	282,45 a	143,03 a
Promedio	30,54	20,40	54,73	44,05	339,76	233,76
p-valor ANOVA	0,0096	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0026	<0,0001
C.V. %	4,71	3,09	2,04	3,14	7,07	4,79

^{1/} Medias dentro de columnas con letras distintas, difieren significativamente de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidades de error.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por López et al. (2001)

y Gutiérrez (2010) que obtuvieron un promedio de longitud de mazorca de 33.5 cm. De acuerdo a López, et al. (2001) el diámetro de la mazorca está determinado por las condiciones ambientales y genéticas de la especie, además la fertilidad del suelo determina la longitud de la mazorca y llenado del grano. Así mismo, esta variable es proporcional al rendimiento; es decir, cuando se presenta un incremento en la longitud de la mazorca, el rendimiento también aumenta y viceversa. Además, los resultados expuestos por Alarcón et al. (2019) muestran que las mazorcas con brácteas fueron superiores a los 300 g, teniendo una tendencia semejante con los datos obtenidos en la presente investigación. Gutiérrez (2012) obtuvo resultados de peso promedio de las mazorcas sin brácteas de 316 g.

4.1.2. NÚMERO DE MAZORCAS COMERCIALES ha⁻¹

El análisis de varianza aplicado a la producción de mazorcas comerciales, mostró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos de fertilización evaluados, donde los tratamientos T2, T3 y T4 alcanzaron la mayor cantidad de mazorcas comerciales con 39363 y 37711, respectivamente, que representa un incremento del 27, 31 y 27%, respectivamente con relación al tratamiento control que produjo 27344 mazorcas comerciales. Del mismo modo los tratamientos T2, T3 y T4 mostraron un incremento en la producción de mazorcas del 10, 15 y 12%, respectivamente, en relación al tratamiento T1 que recibió fertilización convencional a base de NPK (**Gráfico 4.1.** y **Cuadro 4.2.**).

En este contexto, Lafitte (2017) reportó promedios de 39.063 a 40.886 mazorcas ha⁻¹. Al respecto de la producción de mazorca comerciales, Alarcón et al. (2019) indican que un buen rendimiento sería cercano a las 50.000 unidades y uno excelente sería superior a las 60.000 por ha⁻¹.

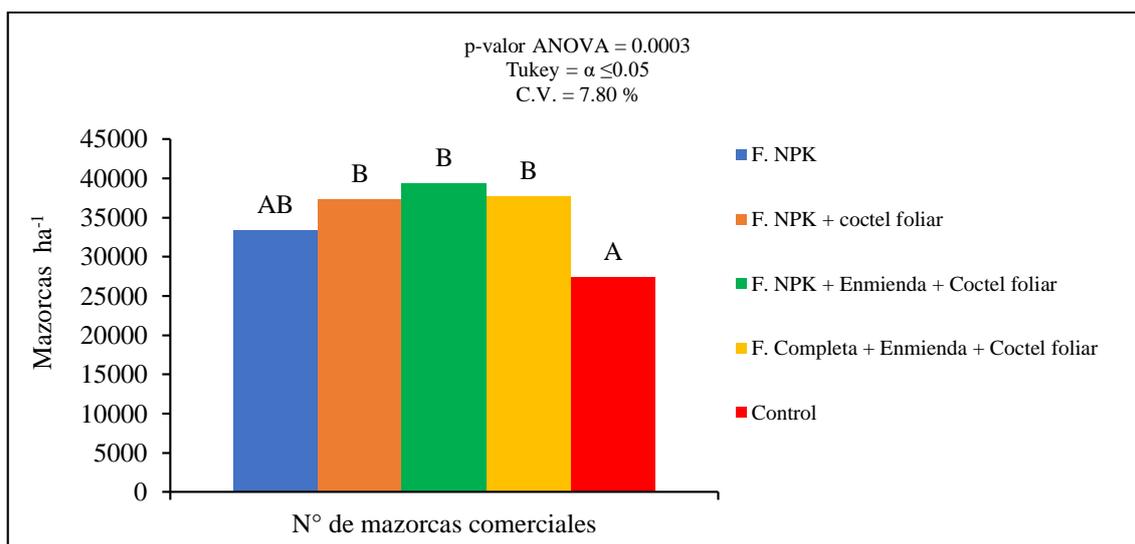


Grafico 4. 1. Efecto de varios tratamientos de fertilización en N° mazorcas comerciales

Cuadro 4. 2. Incremento de la producción de mazorcas comerciales de maíz con los tratamientos de fertilización edáfica y cocteles foliares, en relación al tratamiento control y fertilización convencional NPK. Rocafuerte, Manabí, Ecuador, 2020.

Tratamientos	N° de mazorcas comerciales ha ⁻¹	Incremento de mazorcas en relación al control (%)	Incremento de mazorcas en relación al tratamiento NPK
T2: F. NPK + coctel foliar	37260	27	10
T3: F. NPK + Enmienda + Coctel foliar	39363	31	15
T4: F. Completa + Enmienda + Coctel foliar	37711	27	12
T1: F. NPK	33354	18	---
T5: Control	27344	---	---

4.1.3. RENDIMIENTO DE MASA DE MAZORCAS CON BRÁCTEAS (t ha⁻¹)

El análisis de varianza aplicado al rendimiento de masa de mazorcas con brácteas mostró diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos de fertilización evaluados. Los tratamientos T3 y T4 alcanzaron el mayor rendimiento de mazorcas con brácteas, con 13.76 y 13.93 t ha⁻¹, respectivamente, con un incremento del 44 y 45% con relación al tratamiento control que alcanzó un rendimiento de 7.69 t ha⁻¹. De la misma manera, los tratamientos T3 y T4 mostraron un incremento del rendimiento de mazorcas con brácteas del 17 y 18%, respectivamente, en relación al tratamiento T1 que recibió fertilización convencional a base de NPK (**Gráfico 4.2.** y **Cuadro 4.3**).

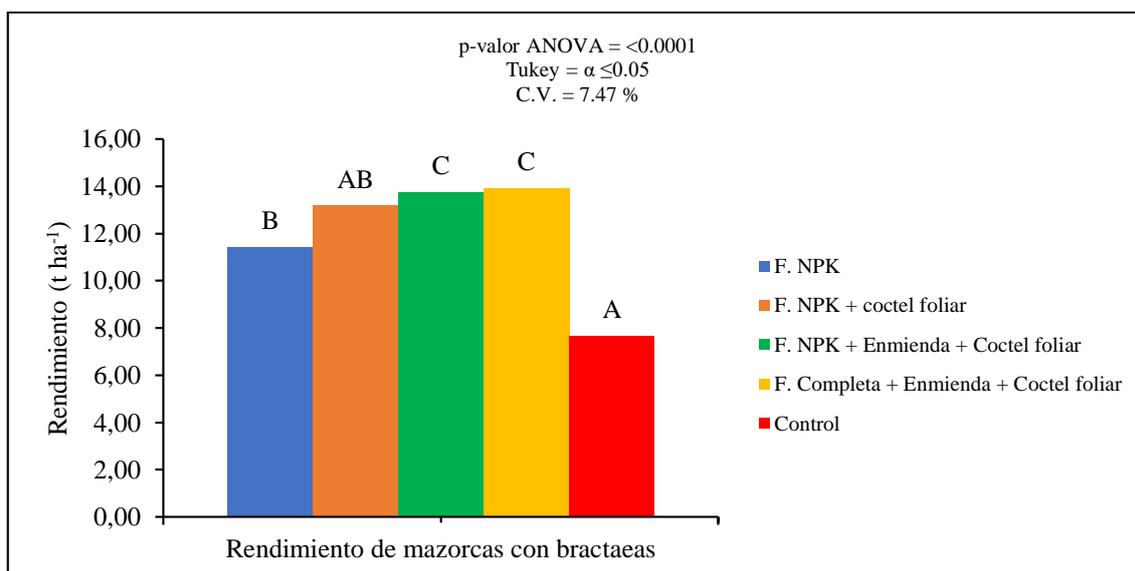


Gráfico 4. 2. Efecto de varios tratamientos de fertilización sobre el rendimiento de masa de mazorcas comerciales con brácteas de maíz para consumo en fresco. Rocafuerte, Manabí, Ecuador, 2020.

Cuadro 4. 3. Incremento del rendimiento de masa de mazorcas comerciales con brácteas de maíz con los tratamientos de fertilización edáfica y cocteles foliares, en relación al tratamiento control y fertilización convencional NPK. Rocafuerte, Manabí, Ecuador, 2020.

Tratamientos	Rendimiento de masa de mazorcas comerciales con brácteas (t ha ⁻¹)	Incremento de mazorcas en relación al control (%)	Incremento de mazorcas en relación al tratamiento NPK
T2: F. NPK + coctel foliar	13,20	42	13
T3: F. NPK + Enmienda + Coctel foliar	13,76	44	17
T4: F. Completa + Enmienda + Coctel foliar	13,93	45	18
T1: F. NPK	11,43	33	---
T5: Control	7,69	---	---

4.1.4. RENDIMIENTO DE MASA DE MAZORCAS SIN BRACTEAS (t ha⁻¹)

El análisis de varianza aplicado al rendimiento de masa de mazorcas sin brácteas mostró diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos de fertilización evaluados. Los tratamientos T3 y T4 alcanzaron el mayor rendimiento de mazorcas sin brácteas, con 10.05 y 9.52 t ha⁻¹, respectivamente, con un incremento del 54 y 51% con relación al tratamiento control que alcanzó un rendimiento de 4.62 t ha⁻¹. De forma similar, los tratamientos T3 y T4 mostraron un incremento del rendimiento de mazorcas sin brácteas del 19 y 14%, respectivamente, en relación al tratamiento T1 que recibió

fertilización convencional a base de NPK (**Gráfico 4.3.** y **Cuadro 4.4.**).

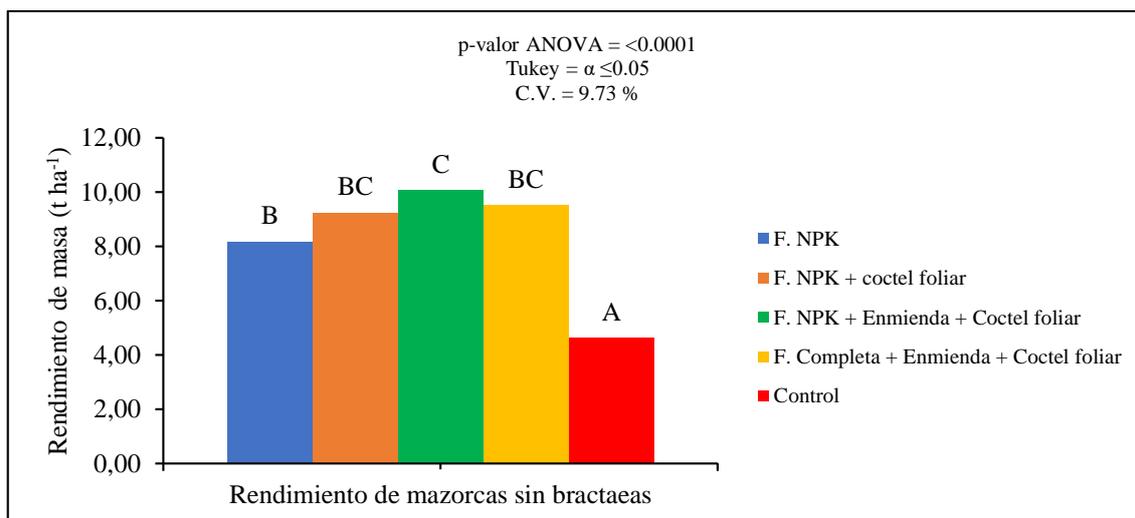


Gráfico 4.3. Efecto de varios tratamientos de fertilización sobre el rendimiento de masa de mazorcas comerciales sin brácteas de maíz para consumo en fresco. Roca fuerte, Manabí, Ecuador, 2020.

Cuadro 4.4. Incremento del rendimiento de masa de mazorcas comerciales sin brácteas de maíz con los tratamientos de fertilización edáfica y cocteles foliares, en relación al tratamiento control y fertilización convencional NPK. Roca fuerte, Manabí, Ecuador, 2020.

Tratamientos	Rendimiento de masa de mazorcas comerciales sin brácteas (t ha ⁻¹)	Incremento de mazorcas en relación al control (%)	Incremento de mazorcas en relación al tratamiento NPK
T2: F. NPK + coctel foliar	9,23	50	11
T3: F. NPK + Enmienda + Coctel foliar	10,05	54	19
T4: F. Completa + Enmienda + Coctel foliar	9,52	51	14
T1: F. NPK	8,18	44	---
T5: Control	4,62	---	---

El efecto significativo de los micronutrientes y fitorreguladores aplicados con la fertilización foliar y las enmiendas sobre las variables evaluadas en este ensayo, puede deberse a las funciones fisiológicas específicas que cumplen en el metabolismo vegetal. Se conoce que el Mn, Fe y Cu están implicados en la transferencia de electrones en la fotofosforilación y forman numerosas metal proteínas necesarias en reacciones enzimáticas involucradas en la síntesis de compuestos orgánicos (Kirkby y Romheld, 2008a y b). El Zn es de vital importancia para las plantas C4 como el maíz, puesto que está ligado a la enzima

anhidrasa carbónica de vital importancia para fijación del carbono, además de ser precursor de la síntesis del aminoácido triptófano que participa en la formación de reguladores de crecimiento como las auxinas. El Mo interviene en el metabolismo del N, por lo que induce una asimilación más eficiente del mismo (Kirkby y Romheld, 2008b). El B ha sido relacionado con germinación de tubo polínico y cuajado del fruto, así como también en el transporte de carbohidratos desde las fuentes hacia los sumideros (Kirkby y Romheld, 2008c).

Por su participación directa en el metabolismo vegetal los micronutrientes pueden mejorar procesos como contenido de clorofila, síntesis y transporte de carbohidratos, tolerancia a condiciones adversas, llenado de frutos y granos, así como la germinación de semillas (Babaeian et al., 2011; Farooq et al., 2012). Así mismo los diferentes fitorreguladores empleados en agricultura incrementan la producción de cereales y granos mediante la modificación de procesos que involucran crecimiento, desarrollo y tolerancia a estreses abióticos (Yang et al., 2013; Kurepin et al., 2013; Liu et al., 2016). Por su parte las enmiendas mejoran las propiedades físicas y químicas del mismo, tales como aireación, conductividad hidráulica, potencial redox, capacidad de intercambio catiónico, etc. Sin embargo, no se hicieron evaluaciones para constatar si hubo mejoras en las propiedades físicas y químicas del suelo que pudieran explicar la respuesta del cultivo (Martínez et al., 2008; Arteaga et al., 2014).

4.1.5. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL MANEJO FISIONUTRICIONAL EN MAÍZ BLANCO PARA CONSUMO EN FRESCO. ROCAFUERTE, ECUADOR, 2020.

En el cuadro 4.5., se muestra el análisis económico aplicado a los tratamientos de fertilización probados, donde los tratamientos T2 (Fertilización NPK + coctel foliar) y T3 (Fertilización NPK+ enmienda mejoradora + coctel foliar) lograron mayor beneficio económico neto, en relación a los demás tratamientos. Desde una mirada técnica y biológica el tratamiento T3 (Fertilización NPK + Enmienda mejoradora de suelo + coctel biorregulador) es la opción con mayores ingresos económicos totales con 3149 USD ha⁻¹, dado que logró el mayor incremento de producción comercial con 94 almud de mazorcas, pero tan solo un beneficio

económico neto de 233 USD ha⁻¹. Sin embargo, desde lo económico la mejor tecnología de fertilización es el tratamiento T2 (Fertilización NPK + coctel foliar), puesto que a pesar de haber logrado menor incremento comercial de mazorcas (66 almud), en relación al tratamiento T3, su beneficio económico neto fue mayor, con 314 USD ha⁻¹, lo cual indica menor inversión en fertilización, y por tanto mayores ingresos económicos netos.

Cuadro 4. 5. Análisis económico del manejo nutricional en maíz blanco para consumo en fresco

Tratamientos	Costos totales	Costos que no varían en los tratamientos. Cf = Preparación de terreno, semillas, siembra, Control plagas y malezas y cosecha.	Costo que varía por el manejo fisionutricional (US\$ ha ⁻¹). Cqv = costo de fertilizantes, fertilización, coctel foliar, enmiendas y aplicación	Incremento de los costos que varían con respecto al testigo (US \$ ha ⁻¹): Icq _v = Cqv n - Cqv 10	Rendimiento (Almú ha ⁻¹). RTn	Incrementos de los rendimientos respecto al testigo (Almú ha ⁻¹). IR = RTn - RT5	Precio unitario de venta (US \$ Almú ⁻¹): Pc	Incremento de los ingresos en relación al testigo (US \$ ha ⁻¹). Iing = IR * Pc	Ingresos totales (US \$ ha ⁻¹). IT = RTn * Pc	Beneficio neto del uso del manejo fisionutricional (US \$ ha ⁻¹). BNT n = Iing - Icq _v
Beneficio económico neto El Cardón – Rocafuerte										
T1	932	639	293	293	222	40	12	481	2668	188
T2	1118	639	479	479	248	66	12	793	2981	314
T3	1368	639	729	729	262	80	12	962	3149	233
T4	1453	639	814	814	251	69	12	829	3017	15
T5	639	639	0	0	182	0	12	0	2188	0

T1. Fertilización NPK; T₂. Fertilización NPK + coctel biorregulador; T₃. Fertilización NPK + Enmienda mejoradora de suelo + coctel biorregulador. T₄. Fertilización Completa + Enmienda mejoradora de suelo + coctel biorregulador. T₅. control (sin aplicación)

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La aplicación de cocteles foliares, y enmiendas orgánicos-minerales fueron efectivas para potenciar la fertilización básica NPK e incrementar el rendimiento del maíz para consumo en fresco.
- La tecnología de fertilización basada en NPK complementada con aplicaciones de cocteles foliares, fue la más eficiente desde lo económico, puesto que alcanzó el mayor ingreso económico neto producto de la fertilización, con relación a los demás tratamientos de fertilización validados.

5.2. RECOMENDACIONES

- Bajo las condiciones edafoclimáticas donde se desarrolló el experimento, es efectivo y suficiente fertilizar el maíz blanco para consumo en fresco con NPK a nivel edáfico, complementada con nutrición foliar a base oligoelementos y fitohormonas durante las fases fenológicas VE, V6 y V10.

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, D.; Limongi, J.; Zambrano, E. & Navarrete, J. (2019). Desarrollo de una variedad de maíz tropical de grano blanco con calidad de proteína para consumo en fresco. *Avances en Ciencias e Ingeniería* 11(17): 30 – 39. URL: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1101>
- Albicette, M., & Chiappe, M. (2012). Una experiencia de investigación participativa en Uruguay. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 9(1): 29 – 54. URL: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722012000100003
- Álvarez, D., Gómez, A., León, S., & Gutiérrez, F. (2010). Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia*. p.44:575-586. URL: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952010000500007
- Arteaga, M., N. Garcés, F. Guridis y J. Pino. 2014. Una revisión sobre indicadores integradores para evaluar el impacto de las sustancias húmicas sobre el sistema suelo-agua de lixiviación (I). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 23(3): 83-88. URL: <https://www.redalyc.org/pdf/932/93231384011.pdf>
- Babaeian, M.; Heidari, M. and Ghanbari, A. 2011. Effect of water stress and foliar micronutrient application on physiological characteristics and nutrient uptake in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Iranian Journal of Crop Science* 12(4): 377 – 391. URL: <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?ID=462271>
- Barrera, J., Cabrales, E., & Saenz, E. (2017). Respuesta del maíz híbrido 4028 a la aplicación de enmiendas orgánicas en un suelo de Córdoba – Colombia. *ORINOQUIA* 21(2): 38 – 45. URL: <https://www.redalyc.org/pdf/896/89657629005.pdf>
- Bonatti, R., Calvo, S., Giancola, S., Centeno, M., Lacovino, R., & Jaldo, M. (2014). Análisis cualitativo de los factores que afectan a la adopción de tecnología en los cultivos de soja y maíz de la provincia de San Luis. URL: https://inta.gob.ar/sites/default/files/scripttmanalisis_cualitativo_adopcion_san_luis_inta.pdf
- Bonilla, A., & Singaña, D. (2019). La productividad agrícola más allá del rendimiento por hectárea: análisis de los cultivos de arroz y maíz duro en Ecuador. *LA GRANJA: Revista de Ciencias de la Vida* 29(1):70-83. URL: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962019000100070

- Bruulsema, W., Witt, C., Garcia, F., Li, S., Rao, N., Chen, F., & Ivanova, S. (2008). A global framework for fertilizer BMPs. USA. *Better Crops*. 92(2):13-15.URL: [http://www.ipni.net/publication/bettercrops.nsf/0/606B93C6282AC53F852579800080110A/\\$FILE/Better%20Crops%202008-2%20p13.pdf](http://www.ipni.net/publication/bettercrops.nsf/0/606B93C6282AC53F852579800080110A/$FILE/Better%20Crops%202008-2%20p13.pdf)
- Calderón, C., Alatorre, F., Simpson, J., & Herrera, L. (2009). Maize Under Phosphate Limitation in Maize in Hand book of Maize. It's Biology. Bennetzen, J. y Hake, S. Editorial Springer Science. New York. U.S.A. Pág: 382-404.URL: <https://www.springer.com/gp/book/9780387794174>
- Castellanos, Z., J. (2013). Manejo Nutricional de Maíz. Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura (INTAGRI). México.URL: <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
- Caviedes, M., Albán, G., Zambrano, L., & Yáñez, C. (2017). Memorias de la XXII Reunión Latinoamericana del Maíz 2017. Archivos Académicos. 1–71.URL:<https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/archivosacademicos/article/view/1476>
- Cedeño, F.; Cargua, J.; Cedeño, J.; Mendoza, J.; López, G. & Cedeño, G. (2018a). Aplicación foliar de micronutrientes y fitoreguladores como complemento de la fertilización edáfica en maíz amarillo duro. *La Técnica* 19: 19 – 30.URL: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/723>
- Cedeño, J.; Cedeño, G.; Alcívar, J.; Cargua, J.; Cedeño, F.; Cedeño, G.A. y Constante, G. (2018b). Incremento del rendimiento y calidad nutricional del arroz con fertilización NPK complementada con micronutrientes. *Scientia Agropecuaria* 9(4): 503 – 509.URL: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172018000400005&lng=pt&nrm=iso
- Ciampitti, A., Boxler, M., & García, F. (2010). Nutrición de maíz: requerimientos y adsorción de nutrientes. *Informaciones agronómicas*. 15-16.URL: [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/2EB470FD702C566D85257984005754F1/\\$FILE/14.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/2EB470FD702C566D85257984005754F1/$FILE/14.pdf)
- Cruz, J. (2006). Relación suelo, planta y hombre en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Maracay: Universidad central de Venezuela. 20 p.URL: http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/9439/1/T026800010916-0-TESIS_DEFINITIVA_ELIECERCABRALES-000.pdf
- D' Andrea, K. E., Otegui, M. E., Cirilo, A. G., & Eyhéride, G. H. (2009). Ecophysiological traits in maize hybrids and their parental inbred lines: Phenotyping of responses to contrasting nitrogen supply levels. *Field Crops Res.* 114, 147–158.URL: <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/7203>

- D' Andrea, E., Otegui, E., & Cirilo, A. (2008). Kernel number determination differs among maize hybrids in response to nitrogen. *Field Crops Res.* 105:228-239. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429007002031>
- Di Benedetto, A., & Tognetti, J. (2016). Técnicas de análisis de crecimiento de plantas: su aplicación a cultivos intensivos. 42: 258 - 282. URL: http://ria.inta.gob.ar/sites/default/files/revisiones/di-benedetto-castellano-4_1.pdf
- Díaz, M. (2017). Biorreguladores de Crecimiento en las Plantas. Serie Nutrición Vegetal Núm. 89. Notas Técnicas de INTAGRI. México. 5 p. URL: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/los-biorreguladores-de-crecimiento-en-las-plantas>
- Duicela, L. & Ponce, L. (2015). Uso de fungicidas sistémicos en el control de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) en la provincia de Manabí. *La Técnica* 15: 6–17. URL: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/531>
- Espinoza, J., & García, P. (2009). Herramientas para mejorar la eficiencia de uso de nutrientes en maíz. In *Uso Eficiente de Nutrientes*. Editores J. Espinoza y F. García. IPNI. San José, Costa Rica. p. 49-56. URL: [http://www.ipni.net/publication/ia-laahp.nsf/0/3B8C7924E72AFF4F852579A0006A251F/\\$FILE/Herramientas%20para%20mejorar%20la%20eficiencia%20de%20uso%20de%20nutrientes%20en%20ma%C3%ADz.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-laahp.nsf/0/3B8C7924E72AFF4F852579A0006A251F/$FILE/Herramientas%20para%20mejorar%20la%20eficiencia%20de%20uso%20de%20nutrientes%20en%20ma%C3%ADz.pdf)
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2014). Anuario Estadístico de la FAO FAOSTAT. URL: <http://faostat3.fao.org/home/E>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2019). Dirección de estadística FAOSTAT. Consultado en línea (noviembre 13 del 2019). URL: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Farooq, M.; Wahid, A. and Siddique, K. 2012. Micronutrient application through seed treatments - a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 12(1): 125 – 142. URL: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-95162012000100011&script=sci_arttext
- FIRA (Fideicomisos instituidos en relación con la agricultura). (2016). Panorama Agroalimentario. URL: http://Panorama_Agroalimentario_Ma_z_2016.pdf
- Garay, A., & Cruz, J. (2015). El cultivo de maíz en San Luís. Información técnica 188. 1-168. URL: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_bases_para_el_manejo_de_maiz_reglon_100-2_2.pdf

- Garay, A.J. (2015). El cultivo de maíz en San Luís. "2015 Año bicentenario del Congreso de los Pueblos Libres. Informe técnico. URL: [http /script-tmp-inta_-_maizensanluis%20\(1\).pdf](http://script-tmp-inta_-_maizensanluis%20(1).pdf)
- García, J. & Espinoza, J. (2009). Efecto del fraccionamiento del nitrógeno en la productividad y en la eficiencia agronómica de macronutrientes en maíz. *Informaciones Agronómicas* 72: 1–5. URL: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v29n01_207.pdf
- Gaspar, L. (2008). Fertilización del cultivo de maíz. *Agro estrategias*. 1-4.URL: <http://www.agroestrategias.com/pdf/Cultivos%20-%20Fertilizacion%20de%20Maiz.pdf>
- Geiger, H. (2009). Agronomic traits and maize modifications: nitrogen use efficiency Hand book of Maize. Editorial Springer Science. New York. U.S.A. Pág, 406-417.
- Gutiérrez, C. (2012). Potasio y calcio aplicado al suelo y su influencia en la productividad y calidad en hortalizas. México.URL:<http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio2/Ponencia02.pdf>
- Gutiérrez, O. (2010). Desarrollo de la metodología Innovación Rural Participativa en la zona andina central de Colombia. *Agronomía Colombiana* 28(3): 525-533.URL: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-99652010000300020&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Hernández, M. (2007). Manual de fertilización orgánica y Química. *Revista Desde el Surco*. 85 – 88.URL: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000300008
- Iglesias, S.; Alegre, J.; Salas, C. & Egüez, J. (2018). El rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) mejora con el uso del biochar de eucalipto. *Scientia Agropecuaria* 9(1): 25– 32.URL: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172018000100003&script=sci_abstract
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Portoviejo. (INIAP).2019a. Nutrichoclo INIAP 543–QPM. Portoviejo–Manabí Ecuador.URL: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5463>
- Jiménez, S.; Castro, L.; Yépez, J. y Wittmer, C. (2012). Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia del Ecuador. *Avances de Investigación* 66: 1 – 92.URL: <https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2014/08/AI66.pdf>

- Jones, T. (2009). "Maize tissue culture and transformation: the first 20 years", Chapter 2: in *Molecular Genetic Approaches to Maize Improvement*. Eds A.L. Krizand and B.A. Larkins (Heidelberg: Springer). pp 7–27.
- Kibet, C., López, C., & Kohashi, J. (2009). Efecto del nivel de humedad y nitrógeno en el suelo en el comportamiento de maíces híbridos y criollos de los Valles Altos de México. *Agron. Costarric.* 1(33):103-120.URL: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43612054009>
- Kirkby, E. y Romheld, V. (2008^a). Micronutrientes en la fisiología de las plantas: Funciones, absorción y movilidad (Primera parte). *Informaciones Agronómicas* 68: 1 – 6. [http://www.ipni.net/publication/ia-laahp.nsf/0/3FA84D0333FEDEAA852579A0006BF733/\\$FILE/Micronutrientes%20en%20la%20Fisiolog%C3%ADa%20de%20las%20Plantas.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-laahp.nsf/0/3FA84D0333FEDEAA852579A0006BF733/$FILE/Micronutrientes%20en%20la%20Fisiolog%C3%ADa%20de%20las%20Plantas.pdf)
- Kirkby, E. y Romheld, V. (2008^b). Micronutrientes en la fisiología de las plantas: Funciones, absorción y movilidad (Segunda parte). *Informaciones Agronómicas* 69: 9 – 13.URL: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/MicronutrientesenlaFisiologia.pdf>
- Kirkby, E. y Romheld, V. (2008^c). Micronutrientes en la fisiología de las plantas: Funciones, absorción y movilidad (Tercera parte). *Informaciones Agronómicas* 70: 10 – 13.URL: [http://www.ipni.net/publication/ia-laahp.nsf/0/CB7C812EE808C344852579A0006BECF0/\\$FILE/Micronutrientes%20en%20las%20Fisiolog%C3%ADa%20de%20las%20Plantas%20\(Tercera%20Parte\).pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-laahp.nsf/0/CB7C812EE808C344852579A0006BECF0/$FILE/Micronutrientes%20en%20las%20Fisiolog%C3%ADa%20de%20las%20Plantas%20(Tercera%20Parte).pdf)
- Kurepin, L.; Ozga, J.; Zaman, M. and Pharis, R. (2013). The Physiology of Plant Hormones in Cereal, Oilseed and Pulse Crops. *PS&C Prairie Soils & Crops Journal* 6: 7 – 23.
- Lafitte, H.R. (2017). Identificación de problemas en la producción de maíz tropical: guía de campo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México, DF.URL: <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/727>
- León, W. D. (2016). Manejo de la fertilización de maíz (*Zea mays* L.) en el Valle Santa Catalina. (Tesis de grado). Universidad Privada Antenor Orrego Trujillo-Perú.URL:https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2423/1/REP_ING.AGRON_WILSON.LE%3%93N_MANEJO.FERTILIZACI%C3%93N.MA%C3%8DZ.ZEA.MAYS.L.VALLE.SANTA.CATALINA.pdf
- Liu, Y.; Liang, H.; Liu, D.; Wen, X, and Liao, Y. (2016). Effect of polyamines on the grain filling of wheat under drought stress. *Plant Physiol Biochem* 100(1):13-29.
- López, J., Díaz, A., Martínez, E., & Valdez, R. (2001) Abonos orgánicos y su efecto sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y el rendimiento

del maíz. *Terra*; 19(4):293-300.URL:
<https://www.redalyc.org/pdf/573/57319401.pdf>

Maddonna G., Ruiz, A., & Vilariño, P. (2003). Fertilización en los cultivos para grano. Bases funcionales para su manejo. 19. 501-557.URL:
https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_bases_para_el_manejo_de_maiz_reglon_100-2_2.pdf

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2017). Boletín situacional del cultivo. SINAGAP, Superficie, producción y rendimiento, maíz duro seco. Consultado en línea (noviembre 13 del 2019).URL:
http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/boletin_situacional_maiz_duro_2017.pdf

Martínez, E., J. Fuentes y E. Acevedo. (2008). Soil organic carbon and soil properties. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 8(1):68-96.

Montano, R., Zuaznabar, R., García, A., Viñals, M., Villar, J. Fitomas, E. (2007). Bionutriente derivado de la industria azucarera. *Sobre los derivados de la caña de azúcar.41* (3) ,14–21.URL:
<https://www.redalyc.org/pdf/2231/223120666002.pdf>

Moreno, P., Beck, L., Cervantes. T., & Torres, L. (2004). Selección recíproca recurrente en poblaciones de maíz de Valles Altos en suelos con alto y bajo contenido de nitrógeno en México. *Agrociencia*. 38(1):305-311.URL:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30238305>

Motato, N. & Pincay, J. (2015). Calidad de los suelos y aguas para riego en áreas cacaoteras de Manabí. *La Técnica* 14: 6 – 23.URL:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6087624>

Motato, N., Pincay, J., Avellán, M., Falcones, M., & Aveiga, E. (2016). Fertilización del híbrido experimental de maíz Iniap h-603, con base en la eficiencia agronómica del nitrógeno. *ESPAMCIENCIA*. 7(2).URL:
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4871>

Motato, N., Soledispa, M., & Manrique, P. (2004). Influencia de poblaciones de siembra y de la fertilización química nitrogenada en el comportamiento del híbrido de maíz INIAP H-601 bajo condiciones de riego. In IX Congreso Ecuatoriano y I Binacional (Ecuador-Perú) de la Ciencia del Suelo. Loja, Ecuador. 14p.

Motato, N.; Pincay, J.; Avellán, M.; Falcones, M. & 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.URL:
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4871/1/INIAPEEPR2016n2v7p109.pdf>

- Obregón, N.; Díaz, J.; Daza, C. & Aristizabal, H. (2016). Efecto de la aplicación de zeolita en la recuperación de nitrógeno y el rendimiento de maíz. *Acta Agron.* 65 (1): 24-30.URL: <https://www.redalyc.org/pdf/1699/169943143005.pdf>
- Ortigoza, J., López, C., & González, J. (2019). Cultivo de maíz. Guía técnica de maíz.URL: file:///Downloads/gt_04.pdf.
- Pedro, H., Castellarín, J., Ferraguti, F., & Rosso, O. (2008). Respuesta a la fertilización nitrogenada y eficiencia en el uso del agua en el cultivo de maíz según nivel hídrico. IPNI, Quito, Ecuador. *Informaciones Agronómicas* N°40. p. 17-20.URL: [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/FD79EAE02D7978578525799500775CC6/\\$FILE/5.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/FD79EAE02D7978578525799500775CC6/$FILE/5.pdf)
- Quesada, G., & Hernández, B. (2013). Obtención De La Curva De Extracción Nutrimental Del Híbrido De Tomate Fb-17. *Revista Terra Latinoamericana*, 31(1), 2.URL:
- Rincón, A., Ligarreto, G., & Sanjuanelo, D. (2007). Crecimiento del maíz y los pastos (*Brachiaria sp.*) establecidos en monocultivo y asociados en suelos ácidos del piedemonte llanero colombiano. *Agronomía Colombiana*; 25(2):264-272.URL: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/14129>
- Schwambach, J., Fadanelli, C., Arthur, G., & Fett, A. (2005). Nutrición mineral y enraizamiento adventicio en micro cortes de *Eucalyptus globulus*. *Victoria-Canada. Cd.Revista Tree Physiology*, 25(4), 487.
- Sosa, B. & García, Y. (2018). Eficiencia de uso del nitrógeno en maíz fertilizado de forma orgánica y mineral. *Agronomía Mesoamericana* 29(1). DOI: <https://doi.org/10.15517/ma.v29i1.27127>.
- Suarez, L. (2013). "Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays* L) a la aplicación de tres bioestimulantes foliares como complemento a la fertilización edáfica, en la zona de San Gabriel, provincia del Carchi" (Tesis. Ing. Agrónomo) Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos-Babahoyo, Ecuador.URL: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/466>
- Tadeo, R. Espinosa, C., Chimal, N., Arteaga, E., & Trejo, P. (2012). Densidad de población y fertilización en híbridos de maíz androestériles y fértiles. *Terra Latinoam.* 30(2):157-164.URL: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0187-57792012000200157&lng=pt&nrm=iso&tlng=es
- Taiz, L., & Zieger, E. (2015). *Plant Physiology and Development*. 733–734.
- Vera, D.; Liuba, G.; Godoy, L.; Díaz, E.; Sabando, F.; Garcés, F. & Meza, G. (2013). Análisis de estabilidad para el rendimiento de híbridos de maíz (*Zea mays*) en la Región Central del Litoral Ecuatoriano. *Scientia*

Agropecuaria 4: 211 – 218.URL:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=357633706007>

- Vera, E. (2011). Fertilización química del híbrido de maíz INIAP H-602 con fuentes alternativas de nitrógeno. Ingeniero Agropecuario. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta, Ecuador. 65
p.URL:https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4871/1/INIAPEEP_R2016n2v7p109.pdf
- Villamar, J. A. (2011). Evaluación agronómica de los maíces híbridos 'pioneer 30f87', 'Pioneer 30k75' e 'INIAP 602' como testigo en presencia de varios niveles de fertilización, en condiciones de secano (Tesis. Ing. Agrónomo). Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos-Babahoyo, Ecuador.URL:
<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/90>
- Yang, W.; Cai, T.; Ni, Y.; Li, Y.; Guo, J. Peng, D.; Yang, D.; Yin, Y. and Wang, Z. (2013). Effects of exogenous abscisic acid and gibberellic acid on filling process and nitrogen metabolism characteristics in wheat grains. *Australian Journal of Crop Science* 7(1): 58 – 65.

ANEXOS

ANEXO 1. LABORES DE ADECUACIÓN DEL EXPERIMENTO

1-A. Delimitación y medición del terreno



1-B. Siembra de maíz



1-C. Aplicación de enmiendas



ANEXO 2. APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y MANEJO DEL EXPERIMENTO

2-A. Aplicación de la fertilización de acuerdo a los tratamientos establecido



2-B. Preparación y aplicación de la Segunda fertilización y coctel foliar



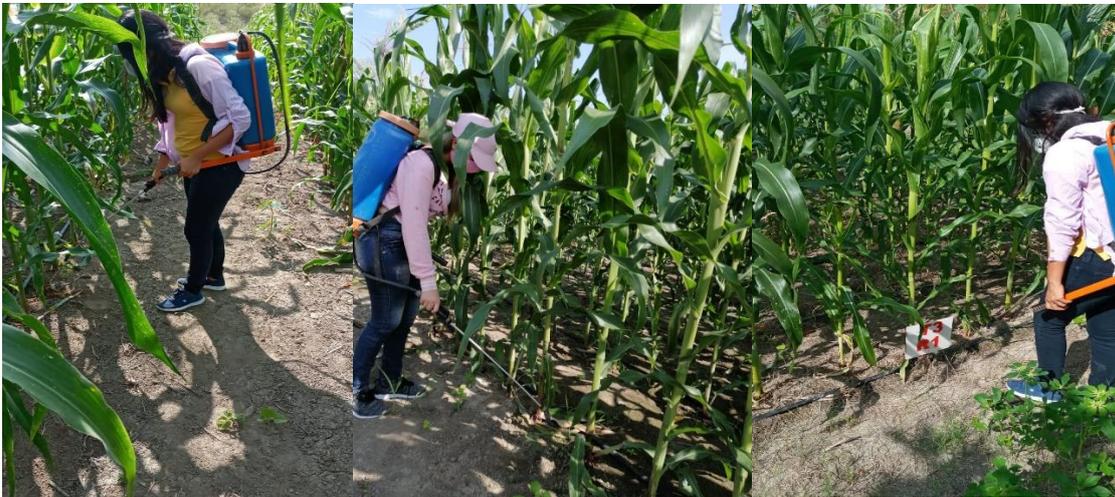
2-C. Riego establecido del lote experimental del Maiz



2-D. Aplicación de la tercera fertilización y segunda aplicación del coctel foliar (hoja 10)



2-E. Aplicación del coctel foliar(a las 18 hojas)



ANEXO 3. REGISTRO DE DATOS

3-A. Evaluacion de variables agronomicas

