



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

DIRECCIÓN DE CARRERA: INGENIERIA AGRÍCOLA

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

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EFFECTO DE APLICACIONES FOLIARES DE ZINC SOBRE EL
USO EFICIENTE DE NITRÓGENO Y RENDIMIENTO EN MAÍZ
AMARILLO DURO**

AUTOR:

RONALD JAMIL LAAZ ESPINOZA

TUTOR:

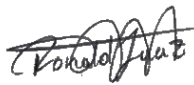
ING. GALO CEDEÑO GARCÍA, MG

CALCETA, NOVIEMBRE DE 2021

DERECHOS DE AUTORÍA

RONALD JAMIL LAAZ ESPINOZA, declara bajo juramento que el trabajo aquí propuesto es de mi autoría, que no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación profesional y que se han consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en el documento.

A través de la presente declaración cedo 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.



RONALD JAMIL LAAZ ESPINOZA

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

ING. GALO ALEXANDER CEDEÑO GARCÍA Mg Sc, certifica haber tutelado el proyecto **EFFECTO DE APLICACIONES FOLIARES DE ZINC SOBRE EL USO EFICIENTE DE NITRÓGENO Y RENDIMIENTO EN MAÍZ AMARILLO DURO**, que ha sido desarrollada por **RONALD JAMIL LAAZ ESPINOZA**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Feliz López.

ING. GALO ALEXANDER CEDEÑO GARCÍA Mg Sc

APROBACIÓN DE TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **EFFECTO DE APLICACIONES FOLIARES DE ZINC SOBRE EL USO EFICIENTE DE NITRÓGENO Y RENDIMIENTO EN MAÍZ AMARILLO DURO**, que ha sido propuesto, desarrollada por **RONALD JAMIL LAAZ ESPINOZA**, previo la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. FREDDY MESÍAS GALLO, MG.

MIEMBRO

ING. LUIS PÁRRAGA MUÑOZ, MG

MIEMBRO

ING. GONZALO CONSTANTE TUBAY, MG

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer y fortalecer mis conocimientos con una educación de calidad y me formo como persona.

A mis padres y hermanos por ser importantes en mi vida y representar el vínculo y la unidad familiar, brindándome todo su apoyo incondicional cuando más lo necesitaba a lo largo de este camino por su gran aporte motivacional el cual me ha llenado de fuerzas para nunca desmayar a pesar de las adversidades enseñándome a ser todo lo que soy como persona, sembrando en mi valores, principios, perseverancia y carácter para lograr mis objetivos.

A mis profesores por su dedicación, confianza y apoyo, quienes durante toda mi vida de aprendizaje profesional aportaron sus conocimientos a mi formación y además por haberse convertido en amigos.

RONALD JAMIL LAAZ ESPINOZA

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedicó a Dios por guiarme por el buen camino dándome fuerzas, fortaleza y por ayudarme a alcanzar mis objetivos planteados.

A mis por siempre brindarme su apoyo, comprensión, consejos, amor y ayuda en los momentos más difíciles y por brindarme todos los recursos necesarios para poder estudiar y culminar mi carrera.

A mis hermanos porque gracias a su apoyo espiritual, motivacional y económico logre salir adelante adquiriendo una educación superior.

A mis profesores, compañeros y amigos por su apoyo, por haber estado siempre conmigo compartiendo momentos especiales en mi vida.

RONALD JAMIL LAAZ ESPINOZA

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DE TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO 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. ANTECEDENTES E IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA DEL MAÍZ	4
2.2. ECOFISIOLOGÍA DEL MAÍZ.....	5
2.3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA EL CULTIVO DEL CULTIVO DEL MAÍZ.....	7
2.4. IMPORTANCIA DEL ZINC EN PROCESOS FISIOLÓGICOS.....	8
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	9
3.1. LOCALIZACIÓN	9
3.2. MATERIAL VEGETAL.....	9
3.3. FACTORES EN ESTUDIO	9
3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	9
3.5. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	10
3.6. VARIABLES RESPUESTA.....	10
3.7. ANÁLISIS DE DATOS.....	12
3.8. APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y FERTILIZACIÓN	12
3.9. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	12
CAPITULO VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	17
5.1. CONCLUSIONES	17

5.2. RECOMENDACIONES	17
BIBLIOGRAFÍA.....	18
ANEXOS.....	21

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS:

Tabla 1. Efecto de la fertilización nitrogenada complementada con Zn foliar sobre el crecimiento de maíz amarillo duro. Junín, Ecuador, 2019. 13

Tabla 2. Efecto de la fertilización nitrogenada complementada con Zn foliar sobre componentes de rendimiento en maíz amarillo duro. Junín, Ecuador, 2019. 14

FIGURAS:

Figura 1. Efecto de la fertilización nitrogenada complementada con Zn foliar sobre el rendimiento de grano en maíz amarillo duro. Junín, Ecuador, 2019.....13
3

Figura 2. Efecto de la fertilización nitrogenada complementada con Zn foliar sobre la eficiencia agronómica de N en maíz amarillo duro. Junín, Ecuador, 2019.....14
4

RESUMEN

El objetivo principal de la investigación fue probar la efectividad de aplicaciones foliares de zinc sobre el uso eficiente de nitrógeno y rendimiento en maíz amarillo duro. La investigación se desarrolló durante la época lluviosa del 2019 en el sitio el Palmar del cantón Junín, Manabí. Los tratamientos evaluados fueron 100, 200 y 300 kg ha⁻¹ + Zn foliar, un tratamiento sin N pero con aplicación foliar de Zn y un tratamiento control con omisión de N y Zn. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Las principales variables registradas fueron rendimiento de grano (kg ha⁻¹) y eficiencia agronómica de N (EA_N). Los resultados mostraron que la fertilización nitrogenada complementada con Zn foliar influyeron significativamente ($p < 0.05$) el rendimiento de grano, donde la dosis de 200 kg de N ha⁻¹ alcanzó el mayor rendimiento con 7024,88 kg de granos ha⁻¹. La aplicación foliar de Zinc puede incrementar el rendimiento hasta en un 22%. La mayor EA_N fue lograda con 100 kg de N ha⁻¹, por lo que desde el punto de vista agronómico y ambiental sería la dosis recomendada para la zona de estudio utilizado cultivares de rendimiento medio. Sin embargo, podría aplicarse hasta 200 kg de N ha⁻¹ en cultivares de alto rendimiento.

Palabras clave: *Fertilización nitrogenada, maíz, Zn foliar, Eficiencia agronómica de N*

ABSTRACT

The main objective of the research was to test the effectiveness of foliar applications of zinc on the efficient use of nitrogen and yield in hard yellow corn. The research was carried out during the rainy season of 2019 at El Palmar site in Junín canton, Manabí. The treatments evaluated were 100, 200 and 300 kg ha⁻¹ + foliar Zn, a treatment without N but with foliar application of Zn and a control treatment with omission of N and Zn. A randomized complete block design (DBCA) with five treatments and four repetitions was used. The main variables recorded were grain yield (kg ha⁻¹) and agronomic efficiency of N (AE_N). The results showed that nitrogen fertilization supplemented with foliar Zn significantly influenced ($p < 0.05$) the grain yield, where the dose of 200 kg of N ha⁻¹ reached the highest yield with 7024.88 kg of grains ha⁻¹. Zinc foliar application can increase yield by up to 22%. The highest AE_N was achieved with 100 kg of N ha⁻¹, so from the agronomic and environmental point of view it would be the recommended dose for the study area using medium-yield cultivars. However, up to 200 kg of N ha⁻¹ could be applied in high-yield cultivars.

Keywords: Nitrogen fertilization, corn, Foliar Zn, Agronomic efficiency of N.

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La media de rendimiento del cultivo de maíz en Ecuador es de 3.17 t ha^{-1} , el cual es significativamente bajo en relación a otros países americanos como EEUU y Argentina que presentan rendimientos promedios de 10.96 y 7.44 t ha^{-1} , respectivamente (FAO, 2016). Por su parte, Manabí reporta una productividad promedio de $3,0 \text{ t ha}^{-1}$, en comparación a las provincias de Los Ríos y Guayas con rendimientos de $4,87$ y $4,75 \text{ t ha}^{-1}$ respectivamente (MAGAP, 2016).

El inadecuado manejo del cultivo, en especial la fertilización, es una de las causas principales responsable de los bajos rendimientos provinciales, donde, según investigaciones los suelos de los valles Portoviejo, Carrizal y Chone presentan bajos contenidos de algunos micronutrientes, y en todos los casos el nitrógeno y azufre están presentes en concentraciones insuficientes para sostener una producción rentable (Motato & Pincay, 2015).

La deficiencia de micronutrientes conlleva a desórdenes fisiológicos que afecta la producción de los cultivos, dado que la mayoría de estos cumplen funciones fisiológicas específicas en los procesos de fotosíntesis, respiración y síntesis de fitohormonas implicadas en el crecimiento, desarrollo y producción de cultivos (Kirkby & Romheld, 2008 abc).

Por lo general, solo se utiliza la urea como principal fuente de nitrógeno, la misma que es altamente soluble y necesita niveles adecuado de humedad del suelo para pasar a sus formas asimilables de amonio (NH_4^+) nitrato (NO_3^-). El nitrógeno es el elemento que más limita el rendimiento del maíz, debido a que el cultivo requiere grandes cantidades de este elemento y porque la mayoría de los suelos no tienen suficiente N en forma disponible para alcanzar niveles adecuado de producción (Lara & Yamada, 1999; Below, 2004).

El zinc es un micronutriente importante en la síntesis de aminoácidos relacionados en ruta de biosíntesis de hormonas de crecimiento como las auxinas, por lo tanto es un elemento imprescindible para el desarrollo de los cultivos. Además, en cultivos C_4 como el maíz el Zinc juega un rol importante

en la modulación de la enzima anhidrasa carbónica responsable de la fijación del CO₂ ambiental a cadenas carbonatadas (Hansch & Mendel, 2009; Hafeez, Khanif, & Saleem, 2013). En este sentido, al ser el N un elemento clave en el desarrollo y producción del maíz, es de esperar que aplicaciones foliares de Zn mejoren la eficiencia de la fertilización nitrogenada en maíz. Por lo anteriormente expuesto, se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Puede la aplicación foliar de Zn incrementar el uso eficiente de N y el rendimiento en maíz amarillo duro?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Debido a que el valle del río carrizal es una zona significativamente productora de maíz, donde se reportan bajos contenidos de nitrógeno y micronutrientes en el suelo y por ende bajos niveles de productividad del cultivo, existe el interés de mejorar la productividad del cultivo a través del uso de la fertilización foliar. Actualmente existen tecnologías novedosas de fertilización foliar con micronutrientes, tales como los metalosatos y proteínatos que al ser productos a base de aminoácidos mejoran la absorción del micronutriente vía foliar, pero al no existir información local técnico-científica que validen la efectividad de estas tecnologías sobre el uso eficiente de N en maíz amarillo duro, la presente investigación se fundamenta y justifica.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Probar la efectividad de aplicaciones foliares de zinc sobre el uso eficiente de nitrógeno y rendimiento en maíz amarillo duro

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de aplicaciones foliares de zinc sobre el uso eficiente de nitrógeno y rendimiento en maíz marrillo duro.
- Establecer la eficiencia de varios niveles de nitrógeno sobre el rendimiento del maíz amarillo duro.

1.4. HIPÓTESIS

La aplicación foliar de zinc incrementa el uso eficiente de nitrógeno y el rendimiento en maíz amarillo duro

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES E IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA DEL MAÍZ

El maíz es considerado uno de los tres cereales más consumidos a nivel mundial junto con el trigo y el arroz. Su producción se estima en alrededor de 795.935.000 toneladas, de las cuales el 90% corresponden a maíz amarillo duro y el 10% restante a maíz blanco. Ocupa el segundo lugar en área de siembra, con alrededor de 140.000.000 de has, se siembra en 135 países y se comercializan en el mercado internacional más de 90 millones de toneladas (FENALCE, 2010).

Es utilizado para la alimentación humana y animal y como materia prima en la producción de almidón industrial y alimenticio, en la elaboración de edulcorantes, dextrinas, aceite y otros productos derivados de su proceso de fermentación, como son el etanol, el alcohol industrial, el dióxido de carbono (CO₂), diversos aminoácidos, antibióticos y plásticos, y como sustituto del petróleo y sus derivados que son recursos no renovables (Grande & Orozco, 2013).

Ecuador registra una siembra anual de 361.347 ha de maíz amarillo duro y 73.570 ha de maíz suave. Anualmente se produce un promedio de 717.940 TM de maíz amarillo duro y 43.284 TM de maíz suave. En el caso del primero, la producción se encuentra altamente polarizada en la costa y en el caso del segundo el producto es altamente polarizado en la sierra. La mayor superficie maicera del país se concentra en las provincias de Los Ríos, Manabí y Guayas con 156.565, 72.606 y 49.927 has, respectivamente (INEC, 2010; MAGAP, 2015).

Los rendimientos promedio de Ecuador son de 3.8 Tm/ha, el cual es significativamente bajo en relación a otros países americanos como EEUU, Argentina y Brasil que presentan rendimientos promedios de 10.7, 6.6 y 5.2 Tm/ha, respectivamente. La diferencia en rendimiento de Ecuador es abismal si la comparamos con los rendimientos promedios de Israel, Kuwait y Jordania con 34.1, 30.8 y 16.2 Tm/ha, respectivamente (FAO, 2015). En el caso de los

rendimientos provinciales, Manabí reporta una productividad promedio de 2.20 Tm/ha, en comparación a las provincias del Guayas y Los Ríos cuyos rendimientos promedios son de 5.15 y 4.56 Tm/ha en cada caso (MAGAP, 2015). Los bajos rendimientos, reportados en Manabí se deben en parte, a que la mayor superficie del maíz se siembra bajo condiciones de secano y en zonas de laderas, por lo que la producción depende del régimen de lluvias. Las precipitaciones en Manabí, por lo general tienen un comportamiento errático e irregular causando 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 (INIAP, 2004; Jiménez *et al.*, 2012; Thielen *et al.*, 2016).

2.2. ECOFISIOLOGÍA DEL MAÍZ

La fenología tiene como finalidad estudiar y describir de manera integral los diferentes eventos fenológicos que se dan en las especies vegetales dentro de ecosistemas naturales o agrícolas en su interacción con el medio ambiente (Granados & Sarabia, 2013). En este sentido, la realización de las observaciones fenológicas, consideradas importantes, son la base para la implementación de todo sistema agrícola, permitiendo a los productores agrarios obtengan con su aplicación una mayor eficiencia en la planificación y programación de las diferentes actividades agrícolas conducentes a incrementar la productividad y producción de los cultivos (Izarra & López, 2012).

El desarrollo fenológico del maíz se refiere al ritmo de crecimiento vegetativo y reproductivo expresado en función de los cambios morfológicos y fisiológicos de la planta, relacionados con el ambiente. Conocer el comportamiento fenológico del cultivo permitirá pronosticar y aplicar eficientes prácticas como el riego, nutrición y control de enfermedades y plagas, tal como se muestra en las **figuras 1 y 2** (Below, 2004; Valdez *et al.*, 2012; Kar & Kumar, 2015).

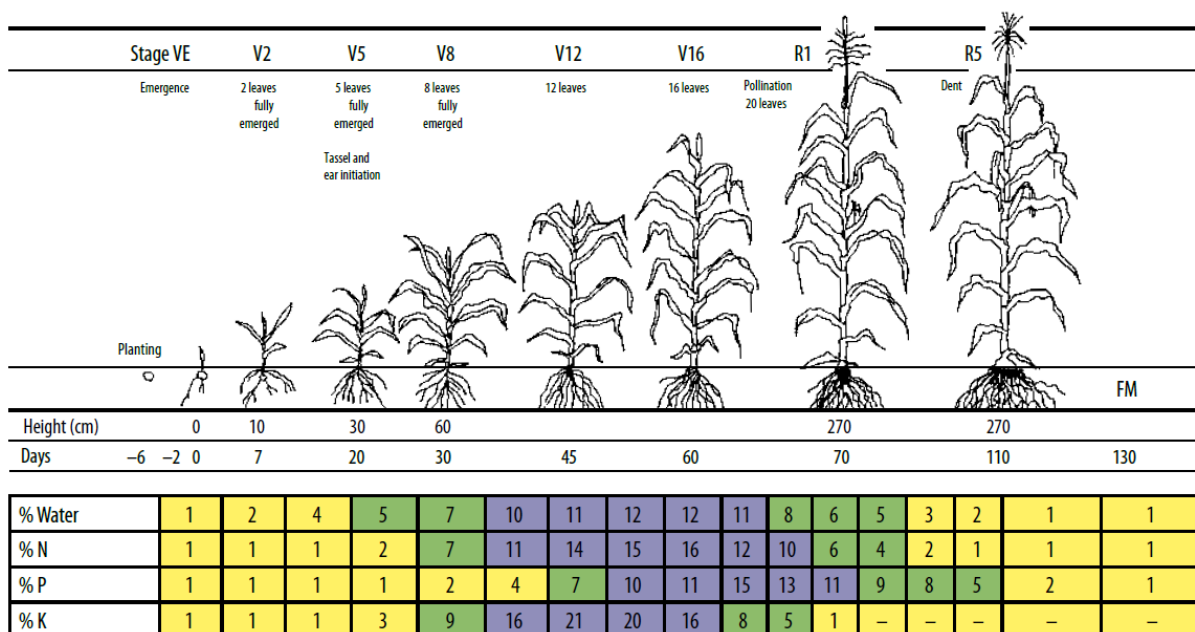


Figura 1. Planificación del riego y nutrición en base a las fases y etapas fenológicas del cultivo de maíz.

Fuente (Colles, 1992).

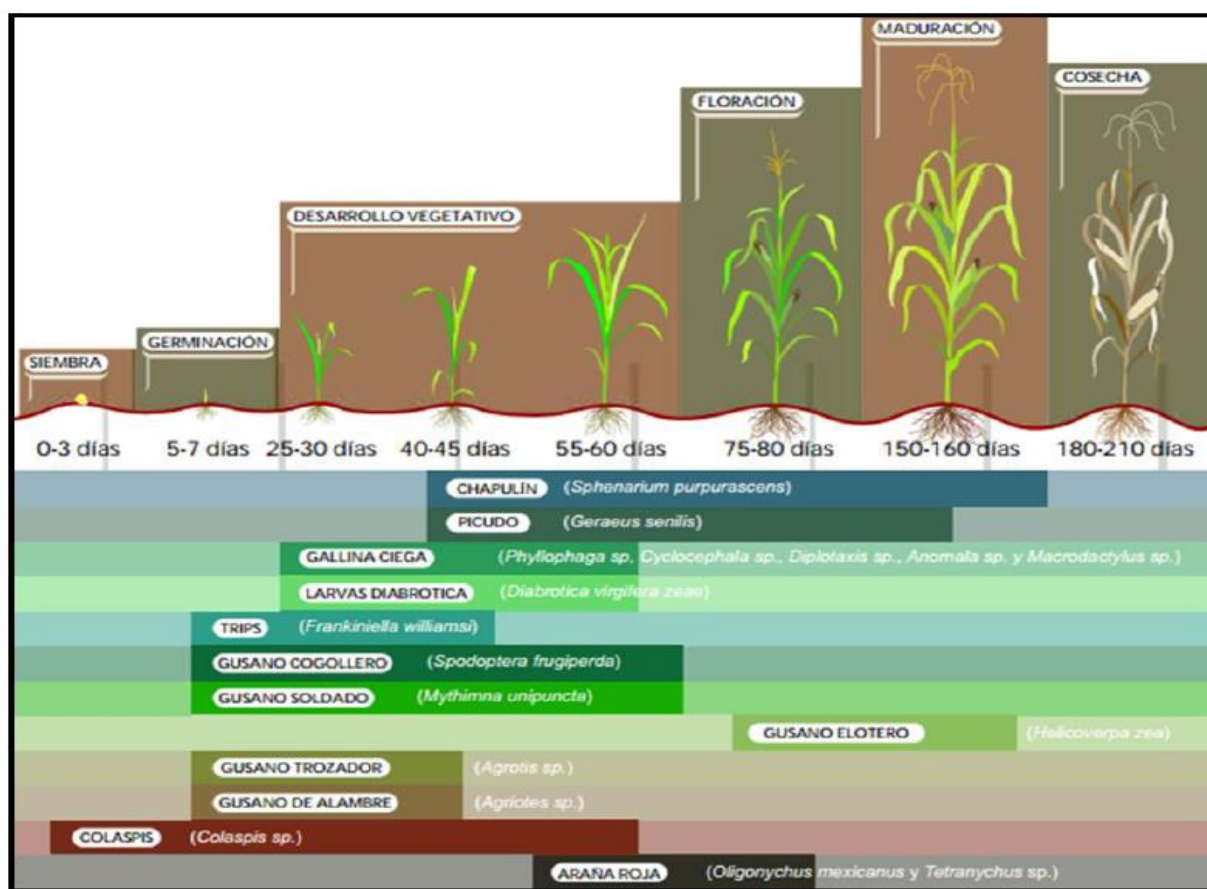


Figura 2. Planificación del control fitosanitario en base a las fases y etapas fenológicas del cultivo de maíz. Fuente (CESAVEG, 2008).

2.3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA EL CULTIVO DEL CULTIVO DEL MAÍZ

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: cobertura total del suelo y alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa. La adecuada disponibilidad de nutrientes, son requeridos en (aproximadamente 5-6 hojas desarrolladas), aseguran un buen crecimiento foliar y una alta eficiencia de conversión de radiación interceptada (García, 2003).

La Tabla 1 muestra el requerimiento (cantidad total de nutriente absorbida por el cultivo) y la extracción en grano de los nutrientes esenciales para producir una tonelada de grano de maíz. Debe tenerse en cuenta que esta información resulta de numerosas referencias nacionales e internacionales y que existe una marcada variabilidad según ambiente y manejo del cultivo. Un cultivo de maíz de 12000 kg/ha de rendimiento necesita absorber aproximadamente 264, 48 y 48 kg/ha de nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S), respectivamente (García, 2003).

Tabla 1. Requerimientos y extracción en grano de nutrientes para producir una tonelada de grano de maíz.

Nutriente	Requerimiento kg/ton	Índice de Cosecha	Extracción kg/ton
Nitrógeno	22	0.66	14.5
Fósforo	4	0.75	3.0
Potasio	19	0.21	4.0
Calcio	3	0.07	0.2
Magnesio	3	0.28	0.8
Azufre	4	0.45	1.8
	g/ton		g/ton
Boro	20	0.25	5
Cloro	444	0.06	27
Cobre	13	0.29	4
Hierro	125	0.36	45
Manganeso	189	0.17	32
Molibdeno	1	0.63	1
Zinc	53	0.50	27

Fuente: (García, 2003).

2.4. IMPORTANCIA DEL ZINC EN PROCESOS FISIOLÓGICOS

El zinc es un elemento esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas. La cantidad de zinc que éstas necesitan para crecer y desarrollarse adecuadamente es muy pequeña: oscila entre 15 y 20 miligramos por kilogramo de tejido seco; estos valores representan menos de 0.1% del peso seco total del tejido. Por tal razón, el zinc es clasificado como un micronutriente. Pero a pesar de que se requiere en cantidades muy pequeñas, este elemento es realmente indispensable para que las plantas completen su ciclo de vida, ya que participa directamente en el metabolismo de las células y, en particular, porque ningún otro elemento puede desempeñar las mismas funciones (Amezcuca & Lara, 2017).

La importancia del zinc para las plantas está relacionada con su capacidad de actuar como estabilizador de la estructura de las proteínas o como un cofactor (ión inorgánico) necesario para la activación de las enzimas involucradas en diferentes procesos metabólicos. En las plantas, el zinc es necesario para llevar a cabo el metabolismo de los ácidos nucleicos, ya que este elemento forma parte de las enzimas y proteínas que están involucradas en la síntesis y expresión del ADN, tales como las polimerasas de ADN y de ARN, las desacetilasas de histonas y las proteínas con dedos de zinc llamadas factores de transcripción, que en conjunto controlan la expresión génica (Amezcuca & Lara, 2017).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. LOCALIZACIÓN

Esta investigación se desarrolló durante la época lluviosa del 2019, en el sitio el Palmar del cantón Junín, Manabí. El experimento se ubicó geográficamente entre las coordenadas Latitud 0°55'25.54"S y Longitud: 80°13'22.64"O en la provincia de Manabí¹

3.2. MATERIAL VEGETAL

El material vegetal utilizado fue un híbrido Iniap-601 que presenta un potencial de rendimiento mínimo de 10 t ha⁻¹ en el trópico ecuatoriano.

3.3. FACTORES EN ESTUDIO

Tratamientos

- T₁: 0 kg N ha⁻¹ + tres aplicaciones de Zn (VE, V6, V10)
- T₂: 100 kg N ha⁻¹ + tres aplicaciones de Zn (VE, V6, V10)
- T₃: 200 kg N ha⁻¹ + tres aplicaciones de Zn (VE, V6, V10)
- T₄: 300 kg N ha⁻¹ + tres aplicaciones de Zn (VE, V6, V10)
- T₅: 0 kg N ha⁻¹ sin Zn.

Claves fenológicas: VE: emergencia, V6: estadio de seis hojas y V10: estadio de diez hojas.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

FUENTE DE VARIACIÓN	G L
Tratamiento	4
Repeticiones	3
Error experimental	12
Total	19

¹ Datos tomados desde el software Google Earth Versión 7.3.2

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 5 tratamientos y cuatro repeticiones con un total de 20 unidades experimentales. A continuación, se muestra el esquema de ADEVA.

3.5. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental se conformó por parcelas de 24 m² (6 surcos de 6 m de largo espaciados a 0,80 m). El registro de datos se realizó en los cuatro surcos centrales de cada parcela, la distancia entre plantas fue de 0,20 m con una planta por sitio, obteniéndose la densidad de 65000 plantas ha⁻¹. En cada surco útil se establecieron 40 plantas de las cuales se registró en la evaluación un total de 36 al descontar dos en cada borde del surco para descartar efecto borde, donde se totalizo 144 plantas por parcela neta.

3.6. VARIABLES RESPUESTA

Altura de planta (m)

Para obtener los datos de esta variable se midió desde el nivel del suelo hasta la inserción de la mazorca.

Longitud de mazorca (cm)

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

Diámetro de mazorca (cm)

Se midió la parte central de la mazorca sin brácteas, con un calibrador, y posteriormente se expresó su promedio en centímetros.

Hileras de granos por mazorca

Se contabilizo el número de hileras de diez mazorcas tomadas al azar y posteriormente se promedió el valor obtenido.

Número de granos por hilera

Se contabilizó el número de granos por hilera de diez mazorcas tomadas al azar y posteriormente se promedió el valor obtenido.

Peso de granos por mazorca (g)

Se tomaron 10 mazorcas al azar en cada uno de los tratamientos del área útil, y se registró su peso en gramos, luego se obtuvo el valor promedio.

Peso de 100 granos (g)

Se tomaron 100 granos al azar en cada uno de los tratamientos del área útil, y se registró su peso en gramos; luego se obtuvo el valor promedio.

Rendimiento (kg/ha)

El rendimiento se determinó por el peso de los granos provenientes de la parcela útil, ajustada 14% de humedad y transformados a kg ha⁻¹. Para uniformizar el peso se empleó la siguiente fórmula:

$$PU (14\%) = (Pa (100-Ha))/(100-Hd)$$

Donde:

PU = Peso uniformizado

Pa = Peso actual

Ha = Humedad actual

Hd = Humedad deseada

Para expresar el rendimiento en kg ha⁻¹ se utilizó la fórmula siguiente:

$$Rend (kg ha^{-1}) = \frac{PU (10000 m^2)}{\text{Área parcela útil (m}^2\text{)}}$$

Donde:

PU = Peso uniformizado.

3.7. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) y la separación de medias con prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error. Además, se realizó análisis de correlación y regresión.

3.8. APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y FERTILIZACIÓN

La aplicación de los fertilizantes, se realizó en función de las necesidades nutricionales que se requerían según el resultado del análisis de suelo realizado previamente a la siembra, en la aplicación del nitrógeno la cantidad fue según la dosis de cada tratamiento y respecto a la aplicación del zinc fue la misma dosis para cada tratamiento con excepción al testigo. La fertilización nitrogenada se ejecutó en tres fracciones, la primera en la etapa fenológica VE donde se aplicó el 20% de la dosis total, la segunda etapa fenológica V6 y la tercera etapa en V10 donde se aplicó 40 y 40% de la dosis total restante del fertilizante nitrogenado, esto según el fraccionamiento recomendado por García y Espinoza (2009). El fertilizante Superfosfato triple y yeso fueron aplicados en su totalidad en la etapa VE; mientras que los fertilizantes Korn Kali y sulfato de magnesio se aplicaron en dos fracciones, la primera en la etapa VE y la segunda en V6. La aplicación del zinc a diferencia de los demás fertilizantes se la hizo de forma foliar, y se empleó en las etapas VE, V6 y V10.

3.9. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

El control de malezas se realizó en pre-emergencia con la mezcla herbicida Terbutrina + Pendimetalin en dosis de $1,5 \text{ L ha}^{-1} + 2,5 \text{ L ha}^{-1}$ de cada herbicida y al momento de la siembra también se agregó a la mezcla anterior $1,5 \text{ L ha}^{-1}$ de glifosato. En pos-emergencia, en caso de que se observe la presencia de malezas de hojas anchas y ciperáceas, se aplicó la mezcla herbicida Bentazon + MCPA en dosis de $1,5 \text{ L ha}^{-1}$ de cada producto.

CAPITULO VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos de fertilización nitrogenada complementada con Zn, influenciaron significativamente ($p < 0.05$) la altura de planta, longitud y diámetro de mazorca, donde todos los niveles de N superaron estadísticamente a los tratamientos sin N, siendo el nivel de 200 kg de N ha⁻¹ el que alcanzó el mayor valor de altura de planta, longitud y diámetro de mazorca (**Tabla 1**). Los resultados obtenidos se asemejan a los reportados por Cervantes *et al.* (2013) y Majid *et al.* (2017) quienes reportaron mayor crecimiento de planta y mazorcas con dosis crecientes de nitrógeno en maíz amarillo duro. El efecto del nitrógeno sobre el mayor crecimiento de planta y mazorca, puede ser debido al papel fundamental que desempeña este elemento en la división y elongación celular, y en la estructuración de los tejidos involucrados en el crecimiento vegetal (Masclaux *et al.*, 2010; Jahan *et al.*, 2016).

Tabla 1. Efecto de la fertilización nitrogenada complementada con Zn foliar sobre el crecimiento de maíz amarillo duro. Junín, Ecuador, 2019.

Tratamiento	Altura de planta (m)	Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (cm)
0 kg N ha ⁻¹ + Zn	1,78 a ^{1/}	17,58 ab	39,76 a
100 kg N ha ⁻¹ + Zn	2,67 b	17,89 ab	43,39 b
200 kg N ha ⁻¹ + Zn	2,86 b	18,51 b	43,42 b
300 kg N ha ⁻¹ + Zn	2,29 b	18,23 b	42,38 b
0 kg N ha ⁻¹	1,66 a	16,16 a	39,10 a
p-valor ANOVA	0,0112	0,0136	0,0006
C.V. %	14,84	4,67	2,56

¹ Medias dentro de columnas con letras distintas difieren significativamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

Los componentes de rendimiento número de granos por hilera, peso de grano por mazorca y peso de 100 granos fueron influenciados significativamente ($p < 0.05$), donde todos los niveles de nitrógeno incrementaron el rendimiento y peso de gramos por mazorcas, siendo el nivel de 200 kg ha⁻¹ el que alcanzó el mayor valor (**Tabla 2**). La variable número de hileras de grano por mazorca no fue afectada significativamente ($p > 0.05$) por los tratamientos de fertilización, lo cual puede deberse a que esta variable este determinada genéticamente (**Tabla 2**).

Tabla 2. Efecto de la fertilización nitrogenada complementada con Zn foliar sobre componentes de rendimiento en maíz amarillo duro. Junín, Ecuador, 2019.

Tratamiento	Hileras de granos por mazorca	Número de granos por hilera	Peso de grano por mazorca (g)	Peso de 100 granos (g)
0 kg N ha ⁻¹ + Zn	13	27 ab ^{1/}	78,59 ab	21,65 a
100 kg N ha ⁻¹ + Zn	14	30 b	96,06 bc	24,05 b
200 kg N ha ⁻¹ + Zn	14	30 b	108,08 c	27,08 b
300 kg N ha ⁻¹ + Zn	14	30 b	102,61 c	25,44 b
0 kg N ha ⁻¹	13	23 a	61,28 a	20,30 a
p-valor ANOVA	0,4449	0,0012	0,0001	0,0200
C.V. %	3,70	6,78	8,77	11,05

¹ Medias dentro de columnas con letras distintas difieren significativamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

El mayor peso de granos por mazorca y peso de 100 g alcanzados con el tratamiento de 200 kg ha⁻¹ de N + Zn, influyo sobre el mayor rendimiento de grano en este mismo tratamiento que logró 7024,88 kg ha⁻¹ (**Figura 1**).

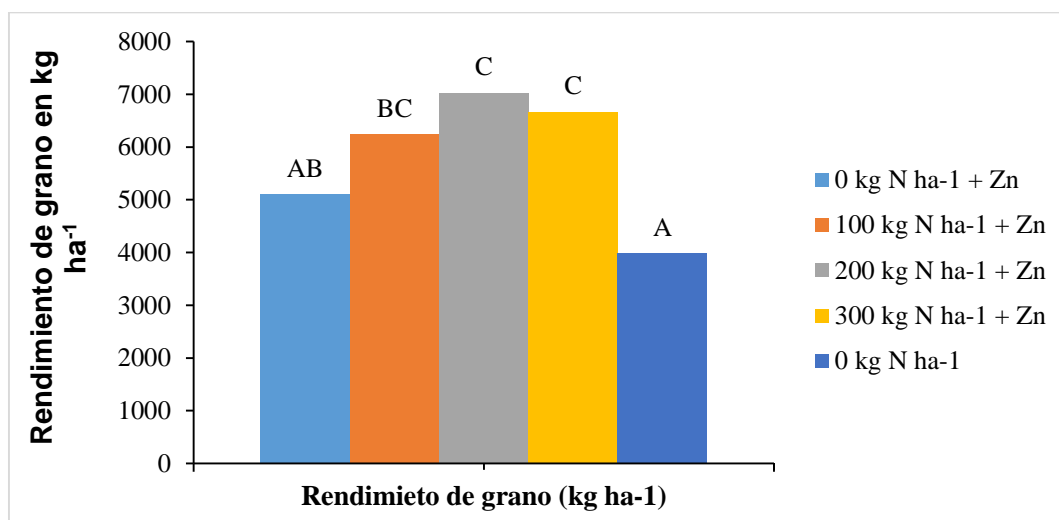


Figura 1. Efecto de la fertilización nitrogenada complementada con Zn foliar sobre el rendimiento de grano en maíz amarillo duro. Junín, Ecuador, 2019.

En cuanto al efecto de la fertilización foliar con Zn sobre el rendimiento, se evidenció que el tratamiento sin N + Zn foliar alcanzó un rendimiento de grano de 5108,71 kg ha⁻¹, lo cual representa un incremento del 22%, en relación al tratamiento con omisión de N sin aplicación foliar de Zn que sólo alcanzó un rendimiento de 3983,20 kg ha⁻¹ (**Figura 1**). En este sentido los resultados coinciden a los obtenidos por Potarzycki & Grzebisz (2009) y Wasaya *et al.*,

(2017) quienes reportaron incrementos de rendimiento del 18 y hasta 45% con aplicación foliar de Zn y Zn + B, respectivamente. En cuanto a niveles de fertilización nitrogenada, los resultados se asemejan a los obtenidos por Karasu (2012) y Majid *et al.*, (2017) quienes reportaron mayores rendimientos con niveles de fertilización de entre 150 a 300 y de 230 a 345 kg ha⁻¹ de nitrógeno, respectivamente. Por otra parte, resultados obtenidos Liu *et al.*, (2020) demostraron que la fertilización con Zn aumentó el rendimiento de grano de maíz al mejorar la viabilidad del polen, el número de granos y el peso del grano de granos inferiores (sección apical), lo que también contribuyó a la biofortificación de Zn del grano.

La eficiencia agronómica de N (EAN) mostro una tendencia lineal negativa, donde a medida que se incrementa la dosis de N, la EAN disminuye. En este sentido, el modelo de regresión lineal simple mostro que a partir de 100 kg de N ha⁻¹, por cada kg de N que se adiciona la EAN disminuye 0.08 kg (Figura 2). Con 100 kg de N se alcanzó la mayor EAN, que en promedio fue 26.21 kg de granos kg⁻¹ de N aplicado, en relación a la parcela con omisión de N.

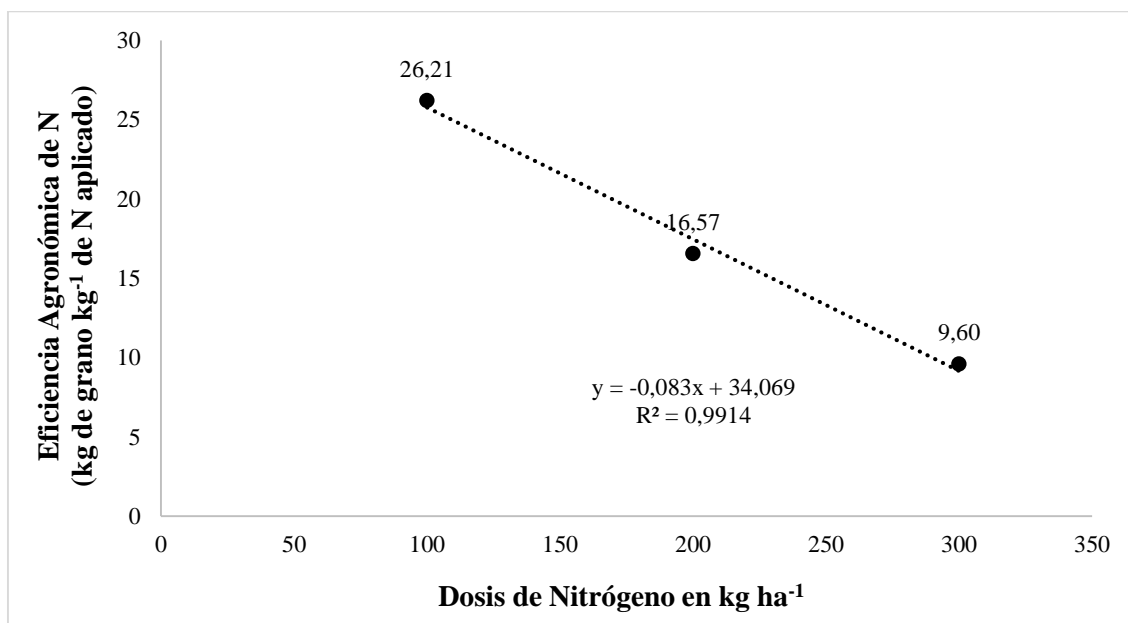


Figura 2. Efecto de la fertilización nitrogenada complementada con Zn foliar sobre la eficiencia agronómica de N en maíz amarillo duro. Junín, Ecuador, 2019.

Los resultados de EAN obtenidos en la zona de estudio y con el material genético local utilizado, evidencian que la fertilización con 100 kg de N ha⁻¹ puede ser suficiente, y que podría incrementarse hasta 200 kg ha⁻¹ en

cultivares de alto rendimiento, dado que los rendimientos alcanzados a partir de este nivel son estadísticamente iguales (**Figura 1**).

Los resultados alcanzados con la fertilización nitrogenada complementada con aplicación foliar de Zn, son coincidentes a los reportados por Asif *et al.* (2013) y Afolabi (2019) quienes reportaron un incremento significativo del crecimiento y producción de granos en maíz fertilizado con nitrógeno y zinc, en relación a los tratamientos que solo recibieron nitrógeno únicamente. Lo anterior puede deberse a que el nitrógeno es uno de los nutrientes que más limita la producción del maíz, dado que juega un papel clave en el metabolismo de las plantas, participa en diferentes vías metabólicas de gran importancia para las plantas como la síntesis de proteínas y la producción de granos (Demari *et al.*, 2016). Por otra parte, el Zn puede potenciar el crecimiento y la producción de cultivos C4 como el maíz, debido a que el Zn activa la enzima anhidrasa carbónica implicada en la conversión del CO₂ a HCO₃, que es la vía metabólica que utilizan las plantas C4 para fijar el carbono vía fotosíntesis (Studer *et al.*, 2014; Castillo *et al.*, 2018) Por otra parte, el Zn también está implicado en la biosíntesis de auxina, que es la principal hormona de crecimiento de las plantas (Hafeez *et al.*, 2013; Castillo *et al.*, 2018).

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La fertilización nitrogenada complementada con Zn incrementó el rendimiento del cultivo.
- La mayor eficiencia agronómica de la fertilización nitrogenada fue alcanzada con 100 kg de N ha⁻¹.
- La aplicación foliar de Zn influyó el rendimiento y la eficiencia agronómica del nitrógeno en maíz.

5.2. RECOMENDACIONES

- La dosis de 100 kg de N ha⁻¹ complementada con aplicación foliar de Zn puede ser recomendada para la fertilización del maíz bajo las condiciones donde se desarrolló el experimento.

BIBLIOGRAFÍA

- Afolabi, S. (2019). Response of maize (*Zea Mays* L.) to rates of nitrogen and zinc application in Minna, Southern Guinea Savanna Of Nigeria. *Journal of Agricultural Sciences*, 64(2), 121-131.
- Amezcuca , J., & Lara, M. (2017). El zinc en las plantas. *revistaciencia.amc*, 68(3), 8.
- Asif, M., Saleem, F., Ahmad, S., Ashfaq, M., & Faisal, M. (2013). Effect of nitrogen and zinc sulphate on growth and yield of maize (*Zea Mays* L.). *J. Agric. Res.*, 51(4), 455-464.
- Below, F. (2004). Fisiología, nutrición y fertilización nitrogenada del maíz. *Informaciones Agronómicas*, 54, 3 – 9.
- Castillo, J., Ojeda, D., Hernández, A., González, A., Robles, L., & López, G. (2018). Zinc metalloenzymes in plants. *Interciencia*, 43(4), 242-248.
- Cervantes, F., Covarrubias, F., Rangel, J., Terrón, A., Mendoza, M., & Preciado, R. (2013). Densidad de población y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 24(1), 101-110.
- CESAVEG. (2008). *Campaña de manejo fitosanitario de maíz*. Guanajuato, México: Comité estatal de sanidad vegetal Guanajuato.
- Colless, J. (1992). *Maize growing, Agfact* (Segunda edición ed.). NSW Department of Agriculture, Orange.
- Demari, G., Carvalho, I., Nardino, M., Szarecki, V., Dellagostin, S., Rosa, T., . . . Zimmer, P. (2016). Importance of nitrogen in maize production. *International Journal of Current Research*, 8(8), 36629-36634. .
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) . (2015). *Dirección de estadística FAOSTAT*. Recuperado de <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/S>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) . (2016). *Dirección de estadística FAOSTAT*. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- FENALCE (Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas). (2010). El cultivo de maíz, historia e importancia. Bogotá, Colombia. *Revista El Cerealista*, 93, 10 – 19.
- García, F. (2003). *Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz*. Recuperado de <http://www.fertilizando.com/articulos/Criterios-Manejo-Fertilizacion-Cultivo-Maiz.pdf>
- Granados, R., & Sarabia, A. (2013). Cambio climático y efectos en la fenología del maíz en el DDR-Toluca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(3), 435 – 446.

- Grande, C., & Orozco, B. (2013). Producción y procesamiento del maíz en Colombia. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, 11(1), 97 – 110.
- Hafeez, B., Khanif, Y., & Saleem, M. (2013). Role of Zinc in Plant Nutrition- A Review. *American Journal of Experimental Agriculture*, 3(2), 374-391.
- Hansch, R., & Mendel, R. (2009). Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current Opinion in Plant Biology*, 12, 259–266.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). (2010). *Sistema agroalimentario del maíz*. Quito, Ecuador.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo De Investigaciones Agropecuarias) . (2004). *Proyecto: Generación de híbridos convencionales de maíz duro y de prácticas de manejo y conservación de suelos para condiciones de ladera en el trópico seco DE Manabí*.
- Izarra, W., & López, F. (2012). *Manual de observaciones fenológicas*. Lima, PE: Servicio Nacional de meteorología e hidrología (SENAMI).
- Jahan, S., Ahmed, N., Mustafa, G., Hafeez, A., Mustafa, G., Hussain,, K., . . . Ahmed, A. (2016). Role of Nitrogen for Review. *Advances in Environmental Biology*, 10(9), 209-218. .
- Jiménez, S., Castro, L., Yépez, J., & Wittmer, C. (2012). Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia del Ecuador. *Avances de Investigación*, 66, 1 – 92. .
- Kar, G., & Kumar, A. (2015). Effects of Phenology-based Irrigation Scheduling and Nitrogen on Light Interception, Water Productivity and Energy Balance of Maize (*Zea mays* L.). *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 63(1), 39-52.
- Karasu, A. (2012). Effect of Nitrogen Levels on Grain Yield and Some Attributes of Some Hybrid Maize Cultivars (*Zea mays indentata* Sturt.) Grown for Silage as Second Crop. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 18(1), 42-48.
- Kirkby, E., & Romheld, V. (2008a). Micronutrientes en la fisiología de las plantas: Funciones, absorción y movilidad (Primera parte). *Informaciones Agronómicas*, 68: 1 – 6.
- Kirkby, E., & Romheld, V. (2008b). Micronutrientes en la fisiología de las plantas: Funciones, absorción y movilidad (Segunda parte). *Informaciones Agronómicas*, 69: 9 – 13.
- Kirkby, E., & Romheld, V. (2008c). Micronutrientes en la fisiología de las plantas: Funciones, absorción y movilidad (Tercera parte) . *Informaciones Agronómicas*, 70: 10 – 13.
- Lara, W., & Yamada, T. (1999). Urea aplicada en la superficie del suelo: un pésimo negocio. *Informaciones Agronómicas*, 37, 10 – 12.

- Liu, D., Zhang, W., Liu, Y., Chen, X., & Zou, C. (2020). Soil application of zinc fertilizer increases maize yield by enhancing the kernel number and kernel weight of inferior grains. *Frontiers in Plant Science*, *11*, 188.
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). (2015). Recuperado de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/maiz-duro-seco>
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). (2016). *Boletín situacional del cultivo. SINAGAP, Superficie, producción y rendimiento, maíz duro seco*. Recuperado de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-de-cultivo-2015/file/875-maiz-duro-seco>
- Majid, M., Islam, M., Sabagh, A., Hasan, M., Saddam, M., Barutcular, C., . . . Islam, M. (2017). Influence of varying nitrogen levels on growth, yield and nitrogen use efficiency of hybrid maize (*Zea mays*). *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, *5*(2), 134 – 142.
- Masclaux, C., Daniel, F., Dechorgnat, J., Chardon, C., Gaufichon, L., & Suzuki, A. (2010). Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. *Annals of Botany*, *105*, 1141–1157. .
- Motato, N., & Pincay, J. (2015). Calidad de los suelos y aguas para riego en áreas cacaoteras de Manabí. *La Técnica*, *14*, 6 – 23.
- Potarzycki, J., & Grzebisz, W. (2009). Effect of Zinc Foliar Application on Grain Yield of Maize and Its Yielding Components. *Plant, Soil and Environment*, *55*, 519-527.
- Studer, A., Gandin, A., Kolbe, A., Wang, L., Cousins, A., & Brutnell, T. (2014). A Limited Role for Carbonic Anhydrase in Photosynthesis as Revealed by a *ca1ca2* Double Mutant in Maize. *Plant Physiology*, *165*, 608-617.
- Thielen, D., Cevallos, J., Erazo, T., Zurita, I., Figueroa, J., Velásquez, E., . . . Puche, M. (2016). Dinámica espacio-temporal de las precipitaciones durante el evento de El Niño 97/98 en la cuenca de Río Portoviejo, Manabí, costa ecuatoriana del Pacífico. *Revista de Climatología*, *16*, 35 – 50.
- Valdez, J., Soto, F., Osuna, T., & Báez, M. (2012). Modelos de predicción fenológica para maíz blanco (*Zea mays* L.) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith). *Agrociencia*, *46*, 399 – 410.
- Wasaya, A., Shabir, M., Hussain, M., Ansar, M., Aziz, A., Hassan, W., & Ahmad, I. (2017). Foliar application of Zinc and Boron improved the productivity and net returns of maize grown under rainfed conditions of Pothwar plateau. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *17*(1), 33-45.

ANEXOS



Anexo 1. Toma de muestras para análisis de suelo




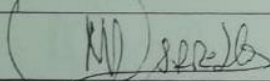
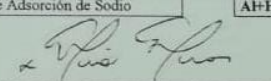
Anexo 2. Pesaje del fertilizante



Anexo 3. Aplicación foliar



Anexo 4. Ensayo establecido

 <p>INIAP INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec</p>																																															
<p>REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS</p>																																																
<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : Jurado Olivo Erwin (Yandri Zambrano) Dirección : Ciudad : Junin Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : Sin Nombre Provincia : Manabí Cantón : Junin Parroquia : Ubicación :</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>Cultivo Actual : N° de Reporte : 5116 Fecha de Muestreo : 17/12/2018 Fecha de Ingreso : 17/12/2018 Fecha de Salida : 17/01/2019</p>																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N° Muest.</th> <th colspan="3">meq/100ml</th> <th>dS/m</th> <th>(%)</th> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg</th> <th>meq/100ml</th> <th>(meq/l)½</th> <th>ppm</th> <th colspan="3">Textura (%)</th> <th rowspan="2">Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Al+H</th> <th>Al</th> <th>Na</th> <th>C.E.</th> <th>M.O.</th> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Σ Bases</th> <th>RAS</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>94007</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3,4 M</td> <td>5,4</td> <td>4,08</td> <td>26,45</td> <td>20,86</td> <td></td> <td></td> <td>38</td> <td>16</td> <td>46</td> <td>Arcilloso</td> </tr> </tbody> </table>		N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	94007					3,4 M	5,4	4,08	26,45	20,86			38	16	46	Arcilloso	
N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural																																	
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla																																		
94007					3,4 M	5,4	4,08	26,45	20,86			38	16	46	Arcilloso																																	
<p style="text-align: center;">INTERPRETACION</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Al+H, Al y Na</th> <th colspan="2">C.E.</th> <th>M.O. y Cl</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B = Bajo</td> <td>NS = No Salino</td> <td>S = Salino</td> <td>B = Bajo</td> </tr> <tr> <td>M = Medio</td> <td>LS = Lig. Salino</td> <td>MS = Muy Salino</td> <td>M = Medio</td> </tr> <tr> <td>T = Tóxico</td> <td></td> <td></td> <td>A = Alto</td> </tr> </tbody> </table>					Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl	B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo	M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio	T = Tóxico			A = Alto	<p style="text-align: center;">ABREVIATURAS</p> <p>C.E. = Conductividad Eléctrica M.O. = Materia Orgánica RAS = Relación de Adsorción de Sodio</p>					<p style="text-align: center;">METODOLOGIA USADA</p> <p>C.E. = Conductímetro M.O. = Titulación de Welkley Black Al+H = Titulación con NaOH</p>																						
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl																																													
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo																																													
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio																																													
T = Tóxico			A = Alto																																													
 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA					 RESPONSABLE LABORATORIO																																											

Anexo 5. Análisis de suelo



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

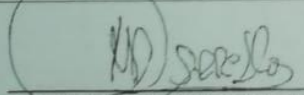
DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre : Jurado Olivo Erwin (Yandri Zambrano)
Dirección :
Ciudad : Junin
Teléfono :
Fax :

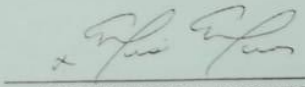
DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre : Sin Nombre
Provincia : Manabi
Cantón : Junin
Parroquia :
Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO
Cultivo Actual :
N° Reporte : 5116
Fecha de Muestreo : 17/12/2018
Fecha de Ingreso : 17/12/2018
Fecha de Salida : 17/01/2019

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
94007	Muestra 1		5,9 MeAc	5 B	30 A	0,76 A	17 A	3,1 A	17 M	4,3 M	4,7 A	72 A	39,3 A	0,88 M

INTERPRETACION					METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH					pH = Suelo: agua (1:2,5)		Olsen Modificado
M _{Ac} = Muy Acido	L _{Ac} = Liger. Acido	L _{Al} = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	Elementos: de N a B		N,P,B = Colorimetria	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	M _{Al} = Media. Alcalino		B = Bajo	S = Turbidimetria	Fosfato de Calcio Monobásico	
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		M = Medio	K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B,S	
				A = Alto			


 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS


 RESPONSABLE LABORATORIO

**FRACCIONAMIENTO DE LAS APLICACIONES DE FERTILIZANTES EN LA
APLICACIÓN DE NITROGENO.**

Tratamiento 100 kg N/ha

Fertilizantes	Total (g/trat)	g/parcela	VE	V6	V10
Urea	2778	695	139	278	278
Super Fosfato Triple	1114	279	279	0	0
Korn Kali	1920	480	240	240	0
Sulfato de Mg	1775	592	296	296	0
Yeso	1779	593	593	0	0

Tratamiento 200 kg N/ha

Fertilizantes	Total (g/trat)	g/parcela	VE	V6	V10
Urea	5568	1392	278	557	557
Super Fosfato Triple	1114	279	279	0	0
Korn Kali	1920	480	240	240	0
Sulfato de Mg	1775	592	296	296	0
Yeso	1779	593	593	0	0

Tratamiento 300 kg N/ha

Fertilizantes	Total (g/trat)	g/parcela	VE	V6	V10
Urea	8348	2087	278	835	835
Super Fosfato Triple	1114	279	279	0	0
Korn Kali	1920	480	240	240	0
Sulfato de Mg	1775	592	296	296	0
Yeso	1779	593	593	0	0