



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE  
MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

**“Fertilización química con micronutrientes en el híbrido de  
maíz, INIAP H-603 en Lodana, Cantón Santa Ana, Provincia  
de Manabí”**

**AUTOR:**

**Castro Miranda Edison Christian**

**TUTOR DE TESIS**

**Ing. Agr. Nelson Enrique Motato Alarcón, M. Sc**

**Manta - Manabí - Ecuador**

**2018**

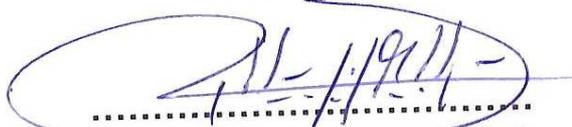
# UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

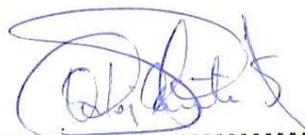
### Tribunal Examinador

Los Honorables Miembros del Tribunal Examinador aprueban  
el Informe de Investigación sobre el tema:

**"Fertilización química con micronutrientes en el Híbrido de  
maíz, INIAP H-603 en Lodana, cantón Santa Ana, provincia  
de Manabí"**



.....  
**Ing. Didimo Mendoza Mg. Sc.**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



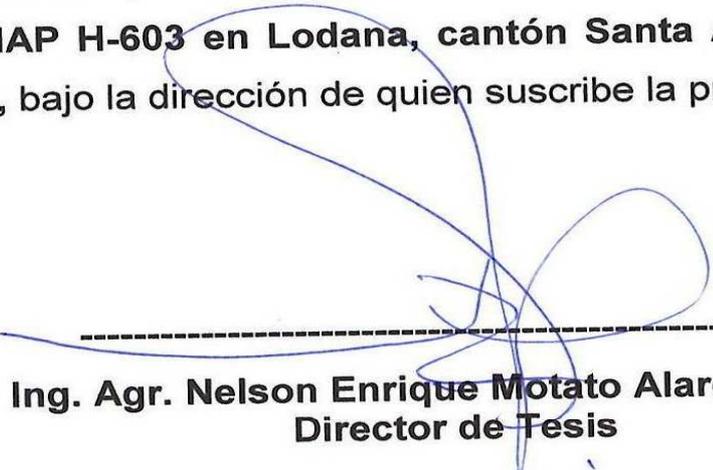
.....  
**Ing. Orley Cañarte Mg. Sc**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE REVISION**



.....  
**Ing. Francisco Pico Mg. Sc**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE REVISION**

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Profesor de la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad Laica "Eloy Alfaro de Manabí". Tengo a bien certificar que el **Sr. Castro Miranda Edison Christian**, ha desarrollado en buena manera su trabajo de tesis, titulado "**Fertilización química con micronutrientes en el Híbrido de maíz, INIAP H-603 en Lodana, cantón Santa Ana, provincia de Manabí**", bajo la dirección de quien suscribe la presente.



---

**Ing. Agr. Nelson Enrique Motato Alarcón M. Sc**  
**Director de Tesis**

## **AUTORÍA**

La responsabilidad de la presente investigación, ideas y resultados, corresponden únicamente al autor.

  
-----  
**Castro Miranda Edison Christian**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mi esposa Mileidy Lascano y mi hijo Deimer Castro, que me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos en esta vida que Dios nos ha dado.

De igual forma, dedico esta tesis a mis padres Nelly y Ángel que me han sabido formar con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en momentos más difíciles.

A mis hermanas que siempre han estado junto a mí brindándome todo su apoyo.



---

**Castro Miranda Edison Christian**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres por darme la vida, Nelly Miranda y Ángel Castro; por inculcarme buenos valores y darme consejos de que el estudio es la gran herencia que le dan los padres a sus hijos.

A mi padre que ha estado en los buenos y malos momentos de la trayectoria de la investigación, por su apoyo incondicional que me ha brindado.

A mi esposa Mileidy por darme la confianza de que con la fe en Dios todo se puede lograr y mi hijo Deimer por darme esa fuerza y motivación de salir adelante día a día porque esta vida es el regalo más maravilloso que Dios nos ha brindado.

Al Ing. Agr. Nelson Motato Alarcón por toda la colaboración brindada, durante la ejecución de este trabajo.

Finalmente a todas las personas que estuvieron involucrados en el desarrollo de este proyecto, por todas sus valiosas aportaciones que me ayudaron y por ser grandes en calidad humana.

  
-----  
**Castro Miranda Edison Christian**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Páginas
TRIBUNAL EXAMINADOR.....	II
CERTIFICACIÓN .....	III
AUTORÍA.....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
<b>I. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.2. OBJETIVOS .....	2
1.2.1. General.....	2
1.2.2. Específicos .....	2
1.3. PERÍODO.....	2
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	2
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. El cultivo del maíz.....	4
2.2. Nutrientes esenciales para las plantas .....	6
2.3. Funciones que cumplen los micronutrientes en la plantas .	8
2.4. Algunos fertilizantes fuentes de micronutrientes.....	10
2.5. Respuesta del cultivo de maíz a las aplicaciones de micronutrientes .....	10
2.6. HIPÓTESIS .....	12
2.7. Variable dependiente.....	12

2.8. Variable independiente .....	12
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
3.1. Ubicación.....	13
3.2. Características climáticas .....	13
3.3. Factores en estudio .....	14
3.3.1. Frecuencias de aplicación del fertilizantes con elementos menores (EM).....	14
3.3.2. Dosis de la fertilización con elementos menores (EM)	14
3.4. Tratamiento de estudio .....	14
3.5. Diseño experimental.....	15
3.5.1. Tipo de diseño .....	15
3.5.2. Numero de repeticiones .....	15
3.6. Características del experimento .....	16
3.7. Análisis estadístico .....	17
3.7.1. Información auxiliar al cuadro estadístico.....	17
<b>3.8. DATOS A TOMARSE Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN .</b>	<b>17</b>
3.8.1. Análisis químico del suelo.....	17
3.8.2. Diámetro del tallo .....	18
3.8.3. Altura de las plantas.....	18
3.8.4. Longitud y diámetro de mazorca .....	18
3.8.5. Rendimiento.....	18
3.8.6. Análisis económico .....	18
<b>3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO .....</b>	<b>19</b>
3.9.1. Manejo de siembra.....	19
3.9.2. Preparación del terreno.....	19
3.9.3. Control de maleza.....	19
3.9.4. Fertilización.....	19
3.10. Control fitosanitario.....	21
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>

4.1. Análisis estadístico .....	22
4.2. Diámetro del tallo.....	22
4.2.1. A los 15 días después de la siembra (dds).....	22
4.2.2. A los 45 días después de la siembra (dds).....	22
4.2.3. A los 60 días después de la siembra (dds).....	27
4.3. Altura de planta .....	28
4.3.1. A los 15 días después de la siembra (dds).....	28
4.3.2. A los 45 días después de la siembra (dds).....	30
4.3.3. A los 60 días después de la siembra (dds).....	31
4.4. Longitud de mazorca .....	32
4.5. Diámetro de mazorca .....	33
4.6. Rendimiento .....	35
4.7. Análisis Económico .....	36
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>38</b>
<b>VI. RESUMEN.....</b>	<b>40</b>
<b>VII. SUMMARY.....</b>	<b>41</b>
<b>VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>43</b>
<b>X. ANEXOS.....</b>	<b>46</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>		<b>Páginas</b>
1.	Detalle de los tratamientos.....	15
2.	Cantidades del fertilizante Nutrimenores II por unidad experimental o superficial. ....	20
3.	Cantidades del fertilizante Nutrimenores II por tratamiento. ....	21
4.	Cuadrados medios encontrados en el análisis estadístico de las variables evaluadas en el experimento. Manta, 2018..	25
5.	Promedios del diámetro (mm) del tallo a los 15 días del desarrollo de las plantas de maíz del experimento. Manta, 2018.....	26
6.	Promedios del diámetro (mm) del tallo a los 45 días del desarrollo de las plantas de maíz del experimento. Manta, 2018.....	27
7.	Promedios del diámetro (mm) del tallo a los 60 días del desarrollo de las plantas de maíz del experimento. Manta, 2018.....	28
8.	Promedios de la altura de planta (cm) a los	

	15 días del desarrollo de las plantas de maíz del experimento. Manta, 2018 .....	29
9.	Promedios de la altura de planta (m) a los 45 días del desarrollo de las plantas de maíz del experimento. Manta, 2018.....	30
10.	Promedios de la altura de planta (m) a los 60 días del desarrollo de las plantas de maíz del experimento. Manta, 2018.....	32
11.	Promedios de la longitud (cm) de mazorcas de maíz del experimento. Manta, 2018.....	33
12.	Promedios del diámetro (mm) de mazorcas de maíz del experimento. Manta, 2018.....	34
13.	Promedios del rendimiento (Kg/ha) de maíz del experimento. Manta, 2018.....	36
14.	Presupuesto parcial de los tratamientos que involucraron la aplicación de elementos menores en el experimento. Manta, 2018. ....	37
15.	Análisis de dominancia considerando los beneficios netos y costos variables de los tratamientos con EM en el experimento. Manta, 2018.....	37

# I. ANTECEDENTES

## 1.1. INTRODUCCIÓN

La producción del maíz en el Ecuador es de gran importancia para el consumo humano como para el uso de agroindustria, a nivel nacional se cultivan alrededor de 500 mil Hectáreas, básicamente es fundamental la producción del maíz este tipo de grano es uno de los cultivos más importantes que existe en Ecuador, se lo produce en 21 provincias y de forma mayoritaria o extensiva entre las principales tenemos a Los Ríos, Manabí, Guayas y Loja.

Una de las herramientas utilizadas para el diagnóstico y la consecuente implementación de un plan de recomendaciones de fertilización es el análisis químico del suelo. El diagnóstico de la fertilidad de los suelos es fundamental para determinar la disponibilidad de nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas (Chávez 2011).

El maíz es un cultivo con altas demandas nutricionales. Entre los elementos del suelo que utiliza en menores cantidades cabe mencionar los siguientes micronutrientes o microelementos: Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl) y Boro (B). Ellos son partes de sustancias claves para el crecimiento de las plantas, siendo comparables con las vitaminas en la nutrición humana. Estos nutrientes son absorbidos en pequeñas cantidades y su disponibilidad en las plantas depende principalmente de la reacción del suelo (FAO 2002).

Siempre los productores de maíz en Manabí, realizan un manejo nutricional a base del elemento nitrógeno sin considerar que otros nutrientes podrían limitar la productividad del cultivo de sus deficientes

en el suelo. Actualmente los reportes químicos en los suelos muestran niveles deficitarios en algunos micronutrientes, los cual podrían estar limitando la capacidad productiva en los cultivos.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. General**

Generar información tecnológica para el manejo de la fertilización con micronutrientes en el cultivo del maíz en la provincia de Manabí.

### **1.2.2. Específicos**

- Determinar la dosis y época de aplicación de micronutrientes para el cultivo del maíz híbrido INIAP H-603, en el Cantón Santa Ana.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

## **1.3. PERÍODO**

El presente trabajo se realizó entre Octubre del 2017 y Marzo del 2018, en la Granja Experimental Lodana de la ULEAM, del Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN**

Este proyecto se justifica por la importancia que tienen los micronutrientes en el cultivo de maíz, teniendo en cuenta que los fertilizantes proveen los nutrientes que necesitan los cultivos dando una mejor calidad de producción y también mejorando la baja fertilidad de los suelos que han sido sobrexplotados. Existe evidencia del efecto de la fertilización con elementos menores en la productividad del cacao, lo

que es una evidencia de que el problema de disponibilidad este presente, lo cual justifica la realización de este estudio.

Además, a través de los resultados del presente proyecto se pretende que las producciones sean de buena calidad y así promover el bienestar de los agricultores que siembren esta gramínea.

La investigación servirá como medio de consulta para futuras investigaciones relacionadas con fertilización en diferentes cultivos que se vayan a desarrollar en cualquier parte de la provincia o del Ecuador.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. El cultivo del maíz

El cultivo del maíz tiene importancia especial ya que constituye la base de la alimentación de los latinoamericanos. Ocupa el tercer lugar en la producción mundial después del trigo y el arroz. Es un cereal que se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas, por eso se cultiva en casi todo el mundo (Bonilla 2009).

El maíz es una planta con un gran desarrollo vegetativo, tallo nudoso y macizo con quince a treinta hojas alargadas y abrasadoras. Es una planta monoica o sea que cada planta posee flores masculinas y femeninas. Su nombre científico es *Zea mays L.* es uno de los granos básicos alimenticios más antiguo e importantes que se conocen. Constituye una fuente principal de carbohidratos y proteínas. El contenido del grano consiste principalmente de carbohidratos (86%), proteínas (9%), aceite (3%) y fibra (2%) (Bonilla 2009).

Pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeas, es la única especie cultivada de gran importancia económica de este género. Otras especies del género *Zea*, comúnmente llamadas teocinte y las especies del género *Tripsacum* conocidas como arrocillo o maicillo son formas salvajes parientes de *Zea mays* (Bonilla 2009).

El maíz amarillo duro (tipo cristalino) que se produce en Ecuador, es de excelente calidad tanto para la elaboración de alimentos balanceados como para las industrias de consumo humano; debido a su elevado contenido de fibra, carbohidratos, caroteno y el alto nivel de rendimiento en la molienda, así como por sus precios, nuestro maíz es de gran aceptación en países fronterizos. Además nuestra producción se complementa con las necesidades del mercado colombiano, gracias

al ciclo del cultivo, las condiciones geográficas y climáticas de las zonas maiceras ecuatorianas. La temporada de cosecha más alta se da en ciclo de invierno (Abril - Julio) (Sancamillo Comercializadora de Grano S.A. 2016).

Por lo ante citado se puede ver que el Maíz es consumido a nivel mundial, ya sea de forma directa o indirecta porque se lo consume en forma caseras en sopas, tortillas, chicha, majadas y en industrializado como harina de maíz o en balanceado para los animales.

El maíz se siembra prácticamente en todo territorio nacional, desde el nivel del mar hasta 2.000 metros de altura, pero se da mejor en zonas calientes como es nuestra Provincia, siempre y cuando haya buena agua y alimentos en el suelo. Los mejores terrenos son los sueltos, que retienen buena humedad y permiten un buen drenaje y aireación. En cuanto a la preparación del terreno, es mejor arar con arado de 3 a 4 discos a unos 15 o 20 cm de profundidad y unas 2 a 3 rastreadas (Alvarez y Cárdenas 1986).

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), después de siete años de investigaciones, libera comercialmente para los productores, el nuevo híbrido de maíz duro de grano amarillo INIAP H-603, con alto potencial de rendimiento, tolerante a enfermedades foliares y excelentes características agronómicas. INIAP H-603 es un híbrido convencional simple, generado mediante el cruzamiento de línea S4.POB.3F 4.27-1-1-1(Progenitor Femenino), obtenida por el Programa de Maíz de la Estación Experimental Portoviejo y línea CML.451 (Progenitor Masculino), introducida del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (INIAP 2016).

## **2.2. Nutrientes esenciales para las plantas**

Según Navarro (2003) Los conocimientos actuales acerca del organismo vegetal permiten asegurar que casi la totalidad del mismo (entre el 94 y el 99,5%) se compone de tan solo tres elementos: carbono, hidrogeno y oxígeno, la mayor parte del carbono y el oxígeno lo obtienen directamente del aire, por fotosíntesis, mientras que el hidrogeno deriva, directa o indirectamente, del agua del suelo.

Las plantas, sin embargo, no pueden vivir ni desarrollarse solamente sobre la base del aire y agua, sino que contienen y necesitan cierto número de elementos químicos que, por lo general, les son proporcionados a expensas de las sustancias minerales del suelo y a través del sistema radicular. Aunque estos elementos constituyen solo una pequeña porción del peso anhidro de la planta (del 0.6 al 6%), no dejan por ello de ser fundamentales para el vegetal, lo que explica que sean considerados junto al carbono, oxígeno e hidrogeno, elementos esenciales para su nutrición (Navarro 2003).

Es interesante señalar que estos elementos que las plantas obtienen del suelo son los que comúnmente limitan el desarrollo de los cultivos. El crecimiento de las plantas, salvo circunstancias excepcionales, como pueden ser la sequía, bajas temperaturas, suelos anómalos o enfermedades, no se altera seriamente por una deficiencia de carbono, hidrogeno u oxígeno. Esto justifica la importancia de los nutrientes del suelo y de los elementos que contienen.

<b>NUTRIENTES ESENCIALES PARA LAS PLANTAS</b>			
Para todas		Para algunas	
En cantidades relevantes grandes		En cantidades relativamente pequeñas	En cantidades relativamente pequeñas
Extraídos por lo general del aire, en forma de CO <sub>2</sub> , o del agua del suelo	De los sólidos del suelo	De los sólidos del suelo	De los sólidos del suelo
1. Carbono 2. Hidrógeno 3. Oxígeno	4. Nitrógeno 5. Fósforo 6. Potasio 7. Calcio 8. Magnesio 9. Azufre	10. Hierro 11. Manganeso 12. Boro 13. Molibdeno 14. Cobre 15. Zinc 16. Cloro	17. Sodio 18. Silicio 19. Cobalto 20. Vanadio

Fuente: (Navarro 2003).

De los trece elementos esenciales para todas las plantas obtenidos del suelo, seis son requeridas relativamente en grandes cantidades: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio, se encuentran en cantidades mayores de 0.05% en peso seco y se designan con el nombre de macronutrientes. Los otros elementos: hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno y cloro, son utilizados por las plantas superiores en muy pequeñas cantidades, se encuentran en cantidades menores de 0.05% en peso seco y en consecuencia son llamados

micronutrientes, elementos vestigiales, trazas, raros, menores y más, corrientemente, oligoelemento (Navarro 2014).

Solo algunos elementos son considerados esenciales para el crecimiento vegetal, se define elemento esencial como aquel cuya ausencia impide a la planta completar su ciclo vital o aquel que tiene un papel fisiológico claro. La disponibilidad de estos elementos esenciales y la energía de la luz del sol permiten a las plantas la síntesis de todos los compuestos que son necesarios para su crecimiento normal (Lincoln y Zeiger 2006).

### **2.3. Funciones que cumplen los micronutrientes en la plantas**

La disponibilidad de los micronutrientes es esencial para el adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas y para obtener rendimientos elevados. Cuando existe deficiencia de uno o varios elementos menores, éstos se convierten en factores limitantes del crecimiento y de la producción, aunque existan cantidades adecuadas de los otros nutrientes (Global 2016).

En los últimos años se ha incrementado el uso de los micronutrientes en los programas de fertilización debido principalmente a:

- La continua remoción de elementos menores por los cultivos que en algunos casos, ha disminuido la concentración de éstos en el suelo a niveles abajo de lo necesario para el crecimiento normal.
- El cultivo intensivo, con un mayor uso de fertilizantes para aumentar rendimientos, que ha incrementado la utilización de elementos menores los cuales no son devueltos al suelo al remover la cosecha.

- La excesiva acidez de los suelos que reduce la disponibilidad de algunos micronutrientes.
- El uso de fertilizantes de alta pureza que ha eliminado el aporte de los elementos menores que en pequeñas cantidades estaban presentes en productos de más baja calidad usadas en el pasado.
- Un mejor conocimiento de la nutrición vegetal que ha ayudado a diagnosticar deficiencias de elementos menores que antes no eran atendidas (Global 2016).

El papel de los micronutrientes es sumamente complejo y está asociado con procesos esenciales en los que trabajan conjuntamente con otros nutrientes. A continuación se presenta de manera muy general las principales funciones de los seis micronutrientes:

**Zinc:** Interviene en la formación de hormonas que afectan el crecimiento de las plantas. Participa en la formación de proteínas. Si no hay una cantidad adecuada de Zinc en la planta, no se aprovechan bien el Nitrógeno ni el Fósforo. Favorece un mejor tamaño de los frutos.

**Boro:** Se relaciona con el transporte de azúcares en la planta. Afecta la fotosíntesis, el aprovechamiento del Nitrógeno y la síntesis de proteínas. Interviene en el proceso de floración y en la formación del sistema radicular de la planta y regula su contenido de agua.

**Hierro:** Es necesario para la formación de la clorofila, es un constituyente importante de algunas proteínas y enzimas. Es catalizador en los procesos de oxidación y reducción de la planta.

**Cobre:** Catalizador para la respiración y constituyente de enzimas. Interviene en el metabolismo de carbohidratos y proteínas y en la síntesis de proteínas.

**Manganeso:** Influye en el aprovechamiento del nitrógeno por la planta, actúa en la reducción de los nitratos. Importante en la asimilación del anhídrido carbónico (fotosíntesis) y en la formación de caróteno, riboflavina y ácido ascórbico.

**Molibdeno:** Es importante en la síntesis de proteínas y en la fijación simbiótica del Nitrógeno. También ha sido asociado a los mecanismos de absorción y traslación del hierro (Global 2016).

#### 2.4. Algunos fertilizantes fuentes de micronutrientes

Portador de micronutrientes	(Formula)	Micronutrientes
Sulfato ferroso	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Hierro (Fe)
Sulfato de cobre	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	Cobre (Cu)
Sulfato de zinc	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Zinc (Zn)
Sulfato de manganeso	MnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Manganeso (Mn)
Bórax	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .10H <sub>2</sub> O	Boro (B)
Molibdato de sodio	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .10H <sub>2</sub> O	Molibdeno (Mo)

Fuente: (FAO 2002).

#### 2.5. Respuesta del cultivo de maíz a las aplicaciones de micronutrientes

Los experimentos de respuesta a la fertilización en los principales cultivos de la región (trigo, soya y maíz) generalmente se han centrado en la evaluación de las respuestas a macronutrientes mediante la aplicación de fertilizantes sólidos, principalmente nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S). Sin embargo, más recientemente se ha comenzado a estudiar la utilización de otros nutrientes esenciales para los cultivos,

especialmente micronutrientes como boro (B), zinc (Zn) y molibdeno (Mo), entre otros, ya sea en formulados para aplicaciones foliares o tratamientos a las semillas (Barbagelata y Melchiori 2010).

El Maíz es un cultivo con elevados requerimientos y capacidad de respuesta a la fertilización. Han sido ampliamente reportados incrementos de rendimiento por el agregado de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Azufre (S). Sin embargo, existen otros nutrientes con potencial para mejorar la productividad del cultivo. Uno de los elementos cuyo efecto favorable ha sido mencionado reiteradamente es el Zinc (Zn) (Ferraris y Couretot 2014).

El rendimiento de maíz está determinado principalmente por el número final de granos logrados por unidad de superficie, el cual es función de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del período de floración. Por lo tanto, para alcanzar altos rendimientos, el cultivo debe lograr un óptimo estado fisiológico en floración: cobertura total del suelo y alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa. Los nutrientes disponibles en el suelo generalmente limitan la producción de maíz, siendo necesario conocer los requerimientos del cultivo y la oferta del suelo para determinar las necesidades de fertilización (García 2016).

La fertilización del cultivo de maíz es una práctica común entre los productores, el potencial de respuesta al agregado de nutrientes de la especie han determinado que habitualmente se recurra a la suplementación con Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Azufre (S). Sin embargo, existen otros elementos que, aunque son esenciales para el crecimiento y el rendimiento del cultivo, generalmente no son tenidos en cuenta en los esquemas de fertilización. Por ser requerido en menores dosis que los nutrientes principales, estos elementos han sido denominados meso y micronutrientes (Ferraris *et al.* 2016).

## **2.6. HIPÓTESIS**

Hipótesis nula: El híbrido de maíz INIAP H-603 no responde a la fertilización con elementos menores.

Hipótesis alternativa: Por lo menos una de la dosis de la fertilización con micronutrientes provee nutrientes suficientes en el rendimiento del híbrido de maíz INIAP H-603.

## **2.7. Variable dependiente**

Diámetro del tallo

Altura de planta

Diámetro de mazorca

Longitud de mazorca

Rendimiento del grano

## **2.8. Variable independiente**

Fertilizante química con micronutrientes

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación



#### 3.2. Características climáticas <sup>1</sup>

El cantón Santa Ana está ubicado geográficamente en el centro este de la provincia de Manabí:

**Latitud:** 1° 12' de Sur

**Longitud:** 80° 22" de Oeste.

**Altitud:** 50 m.s.n.m.

**Altura:** 400 m.s.n.m.

**Temperatura:** Promedio anual es de 26°C. Máxima absoluta ha llegado a 37°C y la Mínima a 14°C. Sin embargo, la variación diaria de la temperatura puede alcanzar hasta 10°C.

<sup>1</sup> (GAP Municipal Santa Ana, 2016)

**Hidrografía:** Esta cuenca hídrica se ubica en el sector central del área de influencia del sistema de trasvases de Manabí, su área de drenaje es de aproximadamente 2076 km<sup>2</sup> de recorrido que riega los cantones Santa Ana.

**Relieve y Pendientes:** El relieve del territorio se caracteriza por ser de topografía irregular en la zona alta y regular en la zona baja. Sus valores oscilan desde 50 hasta 400 msnm.

**Precipitación:** Promedio anual de 4222.7 mm.

**Humedad:** 82%.

### **3.3. Factores en estudio**

#### **3.3.1. Frecuencias de aplicación del fertilizantes con elementos menores (EM)**

- a. A la siembra
- b. A la siembra y 15 días después de la siembra
- c. A la siembra, 15 días después de la siembra y 45 días después de la siembra

#### **3.3.2. Dosis de la fertilización con elementos menores (EM)**

- a. 1 saco/ha Nutrimenores II
- b. 2 sacos/ha Nutrimenores II
- c. 3 sacos/ha Nutrimenores II
- d. 4 sacos/ha Nutrimenores II

### **3.4. Tratamiento de estudio**

La combinación de los factores en estudio dieron 12 tratamientos, más dos adicionales: uno con solo nitrógeno y otro sin elementos menores y sin nitrógeno; dando un total de 14 tratamientos, que se detallan en el Tabla 1.

**Tabla 1. Detalle de los tratamientos.**

<b>N°</b>	<b>Frecuencias de aplicación</b>	<b>Dosis de Nutrimenores (sacos/ha)</b>
1	A la siembra	1
2	A la siembra	2
3	A la siembra	3
4	A la siembra	4
5	A la siembra y 15 días	1
6	A la siembra y 15 días	2
7	A la siembra y 15 días	3
8	A la siembra y 15 días	4
9	A la siembra, 15 días y 45 días	1
10	A la siembra, 15 días y 45 días	2
11	A la siembra, 15 días y 45 días	3
12	A la siembra, 15 días y 45 días	4
13	Fertilización solo con nitrógeno	
14	Sin elementos menores y sin nitrógeno	

### **3.5. Diseño experimental**

#### **3.5.1. Tipo de diseño**

Se utilizó un diseño de Bloque Completo al Azar en arreglo factorial 3x4+1+1.

#### **3.5.2. Numero de repeticiones**

Cuatro repeticiones en el campo.

### 3.6. Características del experimento

Número de unidades experimentales/repetición	14
Número de unidades experimentales totales	56
Población de plantas de maíz	62.500 pl/ha
Distancia entre planta	0,20 m
Distancia entre hilera	0,80 m
Longitud de las hileras	5,00 m
Número de hileras/Unidades experimental	4
Número de plantas/ Hileras	26
Número de plantas/Unidad experimental	104
Área total/Unidad experimental	17,28 m <sup>2</sup> (5,40 m <sup>2</sup> x 3,20 m <sup>2</sup> )
Área total/Repeticiones	241,92 m <sup>2</sup> (17,28 m <sup>2</sup> x 14)
Distancia entre repeticiones	1,50 m
Área total del experimento	967,68 m <sup>2</sup> (241,92 m <sup>2</sup> x 4)
Número de hileras útiles/Unidad experimental	2
Numero de hileras/Repeticiones	56
Número de hileras útiles total	28
Área útil/Unidad experimental	8,64 m <sup>2</sup> (1,60 m <sup>2</sup> x 5,40 m <sup>2</sup> )
Área útil/Repetición	120,92 m <sup>2</sup> (8,64 m <sup>2</sup> x 14)
Área útil total	483,84 m <sup>2</sup> (120,92 m <sup>2</sup> x 4)

### 3.7. Análisis estadístico

#### ADEVA

Fuente de variación		Grados de libertad
<b>Total</b>	rt-1 (4x14) -1	55
<b>Repeticiones</b>	r-1 (4 - 1)	3
<b>Tratamiento</b>	t-1 (14 - 1)	13
<b>Frecuencias de aplicación</b>	f-1 (3 - 1)	2
<b>Dosis de elementos menores</b>	d-1 (4 - 1)	3
<b>Frecuencia X Dosis</b>	(f-1) (d-1) (2 x 3)	6
<b>Fertilización con N vs resto</b>		1
<b>Sin N y sin EM vs resto</b>		1
<b>Error</b>	(r-1) (t-1) (3 x 13)	39

#### 3.7.1. Información auxiliar al cuadro estadístico

- Prueba de comprobación de medias.
- Tukey al 5% de probabilidad.
- Coeficiente de variación (CV).

$$CV (\%) = \frac{\sqrt{\text{Cuadrado medio del error}}}{\text{Promedio}} \times 100$$

### 3.8. DATOS A TOMARSE Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

#### 3.8.1. Análisis químico del suelo

Antes de sembrar maíz se tomó una muestra de suelo a 0-20 cm de profundidad, para evaluar la fertilidad inicial del suelo.

### **3.8.2. Diámetro del tallo**

A los 15 días después de la siembra del maíz en todos los tratamientos y al momento de la máxima floración masculino, se midió esta característica en milímetros (mm) a 20 cm sobre el nivel del suelo en 10 plantas elegidas al azar. Para ello se utilizó un Nonio.

### **3.8.3. Altura de las plantas**

En 10 plantas al igual que el caso anterior y en todas las unidades experimentales, se obtuvo esta medida empleando una regla graduada en centímetros (cm), desde la base del suelo hasta el inicio de la flor masculina.

### **3.8.4. Longitud y diámetro de mazorca**

En la cosecha las plantas de las hileras útiles de cada parcela experimental, se evaluó su longitud (cm) y diámetro (mm) central utilizando una cinta métrica o regla graduada en centímetro para el primer caso y un Nonio en el otro. En 10 mazorcas elegidas al azar.

### **3.8.5. Rendimiento**

En cada unidad experimental las mazorcas de las plantas del área útil se desgranaron y se pesó en kilogramos utilizando una balanza para obtener un valor por parcela y luego transformar a kilogramos de maíz por hectárea.

### **3.8.6. Análisis económico**

Empleando el método descrito por el CIMMYT se calculó el presupuesto parcial, análisis de dominancia y se obtendrá Tasa de Retorno Marginal para cada uno de los tratamientos que resultaren dominantes (Perrin *et al.* 1976)

### **3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

#### **3.9.1. Manejo de siembra**

Se utilizó la semilla del híbrido maíz INIAP H-603, generada por el Programa de Maíz de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP

#### **3.9.2. Preparación del terreno**

El suelo del área experimental se preparó con un pase de arado y dos de rastra para finalmente realizar surcos distanciados cada 0,80m; dejando la cama lista para la siembra.

#### **3.9.3. Control de maleza**

Las malezas existentes recibieron el siguiente tratamiento de control:

- a. Dos aplicaciones de Alaclor de 4 litros/ha cada una, más 800 cc de Terbutrina/ha, en preemergencia.
- b. Tres deshierbas semanales a machete a los 35, 45 y 75 días después de la siembra.

#### **3.9.4. Fertilización**

Se utilizó el fertilizante Nutrimentos II (Zn 4%, Mn 25%, Cu 1%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,5%, S 5%), cuyas cantidades por tratamientos o unidad experimental se da en la Tabla 2. Las cantidades totales en Kg. ha<sup>-1</sup> se muestran en la Tabla 3.

Se utilizó una dosis de 200 kg de N/ha<sup>1</sup> en todos los tratamiento con excepción del número 14, empleando como fertilizante el sulfato de amonio [SO<sub>2</sub> (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>], que contiene el 21% de nitrógeno. La frecuencia de aplicación fue: 20% a la siembra, 40% a la aparición de la sexta hoja, y el 40% a la emergencia de la hoja 10.

**Tabla 2. Cantidades del fertilizante Nutrimentos II por unidad experimental o superficial.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Cantidades de Nutrimentos (gramos por parcelas<sup>-1</sup>)</b>			
	<b>A la siembra</b>	<b>15 días</b>	<b>45 días</b>	<b>Total</b>
1	43,20			43,20
2	86,40			86,40
3	129,60			129,60
4	172,80			172,80
5	21,60	21,60		43,20
6	43,20	43,20		86,40
7	64,80	64,80		129,60
8	86,40	86,40		172,80
9	14,40	14,40	14,40	43,20
10	28,80	28,80	28,80	86,40
11	43,20	43,20	43,20	129,60
12	57,60	57,60	57,60	172,80
13	-----	-----	-----	
14	-----	-----	-----	
<b>Total</b>				<b>1296,00</b>

**Tabla 3. Cantidades del fertilizante Nutrimentos II por tratamiento.**

Tratamientos	Cantidades de Nutrimentos (Kg.ha <sup>-1</sup> )			
	A la siembra	15 días	45 días	Total
1	25			25
2	50			50
3	75			75
4	100			100
5	12,5	12,5		25
6	25	25		50
7	37,5	37,5		75
8	50	50		100
9	8,33	8,33	8,33	25
10	16,66	16,66	16,66	50
11	25	25	25	75
12	33,33	33,33	33,33	100
13	---	-----	-----	
14	-----	-----	-----	
Total				750,00

### 3.10. Control fitosanitario

No se presentaron problema de índole sanitario por lo que no fue necesario control alguno.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Análisis Estadístico**

La Tabla 4, contiene los cuadrados medios de los análisis estadísticos de las variables que fueron medidas en el transcurso del experimento. Se puede observar que en ningún caso existió significación estadística, para los casos de los factores estudiados y sus interacciones; solo el rendimiento hubo significación al 5% de probabilidad para la comparación T13 vs Resto.

El coeficiente de variación estuvo entre 0,41% y 5,51%

### **4.2. Diámetro del tallo**

#### **4.2.1. A los 15 días después de la siembra (dds)**

En este carácter, la prueba de comparación de medias Tukey al 5% de probabilidad confirmo lo encontrado por el análisis estadístico al no establecer diferencias entre los promedios obtenidos. Así, para el factor “Frecuencias de Aplicación” los valores oscilaron entre 6.7 y 6.8 mm, en cuanto a las “Dosis de fertilización con EM” estos variaron entre 6.6 y 6.9 mm; cuando interactuaron estos factores las medias logradas estuvieron entre 6.4 y 7.0 mm (Tabla 5).

Respecto a los tratamientos adicionales, “Fertilización con N”y “Fertilización sin N y sin EM”, alcanzaron valores de 6.7 mm, sin ser diferentes de los demás.

#### **4.2.2. A los 45 días después de la siembra (dds)**

La Tabla 6, muestra los promedios de esta característica en esta etapa de desarrollo y al igual que en el caso anterior no se encontraron

diferencias significativas para los efectos de los factores estudiados así como para la interacción, según los análisis estadísticos y la prueba de Tukey (5%). Tanto para las “Frecuencias de Aplicación”, como para las “Dosificaciones de EM”, los promedios estuvieron por arriba de 16.69 mm sin llegar a 17.00 mm; en las interacciones el menor valor de 16.50 mm fue para la aplicación de 3 y 4 sacos al momento de la siembra y el valor más alto de 17.00 mm en variadas aplicaciones de 1, 2, 3 y 4 sacos de EM con todas las frecuencias de aplicación probadas.

Los tratamientos complementarios “Fertilización con solo N” y “Fertilización sin N y sin EM” obtuvieron 17.00 mm.

Tabla 4. Cuadrados medios encontrados en el análisis estadístico de las variables evaluadas en el experimento. Manta, 2018

Fuente de Variación	Grados Libertad	Diámetro del tallo (días)			Altura de planta (días)			Longitud de mazorca	Diámetro de mazorca	Rendimiento
		15	45	60	15	45	60			
Total	55	0.18	0.18	0.33	0.73	1.3E-05	8.5E-05	0.60	2.43	805992.4
Repeticiones	3	2.04	0.26	2.07	10.30	1.5E-04	1.2E-04	0.22	3.20	162403.0
Tratamientos	13	0.70	0.14	0.26	0.14	2.9E-05	6.4E-05	0.80	2.50	273444.5
Frec. Aplic. EM (FAM)	2	0.02	0.33	0.15	0.08	8.3E-06	1.9E-05	0.19	3.87	623911.9
Dos. Fert. EM (DFEM)	3	0.08	0.02	0.17	0.11	5.3E-05	4.7E-05	1.17	2.12	477810.5E
FAM x DFEM	6	0.08	0.17	0.15	0.23	2.8E-06	5.5E-05	0.83	2.42	262977.0
T13 vs Resto	1	1,00E-02	0,07	1,69	0.07	1.9E-04	5,1-04	0,62	3,75	292328,3
T14 vs Resto	1	1,00E-02	0,34	1,69	0.07	1.9E-04	3,3-04	0,62	3,75	1268057*
Error	39	0.19	0.19	0.22	0.17	2.3E-05	9.0E-05	0.56	2.35	2126820.7
C.V (%)		4.29	2.60	1.70	2.42	0.44	0.41	4.19	3.21	5.51

\* Significación al 5%

Tabla 5. Promedios del diámetro (mm) del tallo a los 15 días del desarrollo de las plantas de maíz del experimento. Manta, 2018

Frecuencias de aplicación EM	Dosis de la fertilización con EM (sacos)				Promedios
	1	2	3	4	
A la siembra	6.7	6.8	6.8	6.7	6.8
A la siembra y 15 días después de la siembra	6.7	7.0	6.7	6.4	6.7
A la siembra, 15 y 45 días después de la siembra	6.7	6.8	6.6	6.7	6.7
Promedios	6.7	6.9	6.7	6.6	
T13 (fertilizante solo con N)		6.7			
T14 (fertilizante sin N y sin EM)		6.7			

Tukey (5%): Frec. Aplic. EM= 0.25  
Dosis de Fert. EM= 0.32  
Frec. Aplic. EM x Dos. Fert EM= 0.73  
T13 vs Resto= 0.74  
T14 vs Resto= 0.74

Tabla 6. Promedios del diámetro (mm) del tallo a los 45 días del desarrollo de las plantas de maíz del experimento. Manta, 2018

Frecuencias de aplicación EM	Dosis de la fertilización con EM (sacos)				Promedios
	1	2	3	4	
A la siembra	17.00	16.75	16.50	16.50	16.69
A la siembra y 15 días después de la siembra	16.75	17.00	17.00	17.00	16.94
A la siembra, 15 y 45 días después de la siembra	17.00	16.75	17.00	17.00	16.94
Promedios	16.92	16.83	16.83	16.83	
T13 (fertilizante solo con N)		17.00			
T14 (fertilizante sin N y sin EM)		17.00			

Tukey (5%): Frec. Aplic. EM= 0.36  
 Dosis de Fert. EM= 0.46  
 Frec. Aplic. EM x Dos. Fert EM= 1.04  
 T13 vs Resto= 1.11  
 T14 vs Resto= 1.11

#### 4.2.3. A los 60 días después de la siembra (dds)

Al igual que los casos de los 15 y 45 días después de la siembra, en esta oportunidad tampoco hubo diferencias en todos los sentidos (Tabla 7).

En esta vez, los promedios fueron superiores a 26.00 mm sin llegar a 27.00 mm para los efectos individuales de los factores estudiados. Cuando interactuaron, la media menor de 26.50 mm fue para la adición de 3 sacos de EM a la siembra y la más alta de 27.00 mm en varias ocasiones de aplicación de 1, 2, 3 y 4 sacos de EM.

Tampoco se diferenciaron de los demás tratamientos los 27.50 mm y 26.75 mm, alcanzados por la “Fertilización con N” y “Fertilización sin N y sin EM”, respectivamente.

Tabla 7. Promedios del diámetro (mm) del tallo a los 60 días del desarrollo de las plantas de maíz del experimento. Manta, 2018

Frecuencias de aplicación EM	Dosis de la fertilización con EM (sacos)				Promedios
	1	2	3	4	
A la siembra	26.75	27.00	26.50	27.00	26.81
A la siembra y 15 días después de la siembra	27.00	27.00	27.00	26.75	26.94
A la siembra, 15 y 45 días después de la siembra	26.75	26.75	26.70	27.00	26.75
Promedios	26.83	26.92	26.67	26.92	
T13 (fertilizante solo con N)		27.50			
T14 (fertilizante sin N y sin EM)		26.75			

Tukey (5%): Frec. Aplic. EM= 0.38  
 Dosis de Fert. EM= 0.49  
 Frec. Aplic. EM x Dos. Fert EM= 1.10  
 T13 vs Resto= 1.18  
 T14 vs Resto= 1.18

### 4.3. Altura de planta

#### 4.3.1. A los 15 días después de la siembra (dds)

El análisis estadístico y la prueba de Tukey al 5% de probabilidad coincidieron al no encontrar significación ni diferencias entre las medidas de los efectos principales y sus interacciones. Tanto para las “Frecuencias de Aplicación como para las Dosis del Fertilizante

con EM”, los promedios variaron entre 17.50 cm y 17.70 cm; cuando se combinaron estos factores el mayor valor de 17.90 cm fue para cuando un saco del fertilizante con EM se aplicó al momento de la siembra y para la adición de dos sacos del fertilizante con EM fraccionado: una parte al sembrar y la otra 15 días después de esta, el valor más bajo de 17.30 cm se logró cuando se aplicaron tres sacos del fertilizante con EM fraccionado a la siembra y 15 y 45 días después de esta (Tabla 8).

Cuando se aplicó solo Nitrógeno, y cuando no se adiciono ni Nitrógeno ni EM en ambos casos se consiguieron 17.60 cm de altura.

Tabla 8. Promedios de la altura de planta (cm) a los 15 días del desarrollo de las plantas de maíz del experimento. Manta, 2018

Frecuencias de aplicación EM	Dosis de la fertilización con EM (sacos)				Promedios
	1	2	3	4	
A la siembra	17.9	17.4	17.6	17.8	17.7
A la siembra y 15 días después de la siembra	17.4	17.9	17.6	17.7	17.6
A la siembra, 15 y 45 días después de la siembra	17.8	17.5	17.3	17.5	17.5
Promedios	17.7	17.6	17.5	17.7	
T13 (fertilizante solo con N)					17.6
T14 (fertilizante sin N y sin EM)					17.6

Tukey (5%): Frec. Aplic. EM=	0.38
Dosis de Fert. EM=	0.49
Frec. Aplic. EM x Dos. Fert EM=	1.09
T13 vs Resto=	1.08
T14 vs Resto=	1.08

### 4.3.2. A los 45 días después de la siembra (dds)

La Tabla 9, muestra los promedios registrados en esta etapa de desarrollo y cuanto se puede observar en su gran mayoría estuvieron entre 1.58 m y 1.59 m, para los efectos individuales de los factores estudiados, sus interacciones y los tratamientos adicionales; confirmando con ello la determinación del análisis estadístico y por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Tabla 9. Promedios de la altura de planta (m) a los 45 días del desarrollo de las plantas de maíz del experimento. Manta, 2018

Frecuencias de aplicación EM	Dosis de la fertilización con EM (sacos)				Promedios
	1	2	3	4	
A la siembra	1.58	1.58	1.59	1.58	1.58
A la siembra y 15 días después de la siembra	1.58	1.58	1.59	1.58	1.58
A la siembra, 15 y 45 días después de la siembra	1.58	1.58	1.59	1.58	1.58
Promedios	1.58	1.58	1.59	1.58	
T13 (fertilizante solo con N)		1.58			
T14 (fertilizante sin N y sin EM)		1.58			

Tukey (5%): Frec. Aplic. EM=	0.004
Dosis de Fert. EM=	0.006
Frec. Aplic. EM x Dos. Fert EM=	0.012
T13 vs Resto=	0.012
T14 vs Resto=	0.012

### **4.3.3. A los 60 días después de la siembra (dds)**

A similitud de las dos toma de datos anteriores (15 y 45 días después de la siembra) en esta oportunidad la altura de planta llego hasta los 2.17 m y 2.18 m sin encontrarse significación estadística ni diferencias de acuerdo a Tukey 5% de posibilidad (Tabla 10).

Los efectos de los factores estudiados en los dos sentidos, las plantas no crecieron más allá de los 2.17 m, sin haber diferencias entre los niveles de cada caso. Cuando se combinaron los factores los valores más altos de 2.18 m fueron para cuando los cuatro sacos del fertilizante con EM se adicionaron a la siembra, y cuando uno y dos sacos se aplicaron la mitad a la siembra y el resto 15 días después de esta.

Para la aplicación de Nitrógeno solo se obtuvo 2.17 m y cuando no se adiciono Nitrógeno ni EM se llegó a 2.18 m, sin ser diferentes.

Tabla 10. Promedios de la altura de planta (m) a los 60 días del desarrollo de las plantas de maíz del experimento. Manta, 2018

Frecuencias de aplicación EM	Dosis de la fertilización con EM (sacos)				Promedios
	1	2	3	4	
A la siembra	2.17	2.17	2.17	2.18	2.17
A la siembra y 15 días después de la siembra	2.18	2.18	2.17	2.17	2.17
A la siembra, 15 y 45 días después de la siembra	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17
Promedios	2.17	2.17	2.17	2.17	
T13 (fertilizante solo con N)		2.17			
T14 (fertilizante sin N y sin EM)		2.18			

Tukey (5%): Frec. Aplic. EM=	0.008
Dosis de Fert. EM=	0.010
Frec. Aplic. EM x Dos. Fert EM=	0.022
T13 vs Resto=	0.024
T14 vs Resto=	0.024

#### 4.4. Longitud de Mazorca

La Tabla 11, contiene los promedios de los efectos individuales de los factores estudiados, sus interacciones y sus comparaciones con los tratamientos adicionales. Corroborando al análisis estadístico, la prueba de Tukey al 5% de probabilidad nos determinó rangos diferentes en ningún caso.

Para las frecuencias de aplicación de EM los valores oscilaron entre 17.78 cm y 17.99 cm; y para las dosis de fertilización con EM variaron entre 17.48 cm (2 sacos) y 18.22 cm (3 sacos). Al interactuar estos las mazorcas más largas tuvieron 18.60 cm (3

sacos, fraccionados: siembra y 15 dds) y las más cortos (2 sacos, aplicados a la siembra).

Al fertilizar solo con Nitrógeno las mazorcas tuvieron 18.13 cm, y cuando no se puso Nitrógeno ni EM estas llegaron hasta 17.30 cm.

Tabla 11. Promedios de la longitud (cm) de mazorcas de maíz del experimento. Manta, 2018

Frecuencias de aplicación EM	Dosis de la fertilización con EM (sacos)				Promedios
	1	2	3	4	
A la siembra	18.33	17.25	17.85	18.10	17.88
A la siembra y 15 días después de la siembra	17.58	17.35	18.60	18.45	17.99
A la siembra, 15 y 45 días después de la siembra	17.63	17.83	18.20	17.45	17.78
Promedios	17.84	17.48	18.22	18.00	
T13 (fertilizante solo con N)		18.13			
T14 (fertilizante sin N y sin EM)		17.30			

Tukey (5%): Frec. Aplic. EM= 0.63  
 Dosis de Fert. EM= 0.80  
 Frec. Aplic. EM x Dos. Fert EM= 1.79  
 T13 vs Resto= 1.89  
 T14 vs Resto= 1.89

#### 4.5. Diámetro de Mazorca

Falta de significación estadística, confirmada por la prueba de Tukey al 5% de posibilidad al no encontrar diferencias entre las medias en todos los casos y que se muestran en la Tabla 12.

Para las frecuencias de aplicación de EM el grosor de las mazorcas vario entre 47.26 mm (siembra y 15 dds) y 48.21 mm (siembra, 15 y 45 dds). Con las dosis del fertilizante con EM, las mazorcas tuvieron entre 47.43 mm (1 saco) y 48.41 mm (3 sacos). Al combinarse los factores las mazorcas más gruesas fueron las de 48.83 mm (3 sacos aplicados: a la siembra y 15 dds) y las más finas 45.93 mm (1 saco aplicado a la siembra).

Con la aplicación de Nitrógeno solo las mazorcas tuvieron 46.78 mm y cuando no se adiciono Nitrógeno ni EM estas lograron 47.70 mm.

Tabla 12. Promedios del diámetro (mm) de mazorcas de maíz del experimento. Manta, 2018

Frecuencias de aplicación EM	Dosis de la fertilización con EM (sacos)				Promedios
	1	2	3	4	
A la siembra	48.30	47.78	47.93	47.80	47.95
A la siembra y 15 días después de la siembra	45.93	46.70	48.83	47.58	47.26
A la siembra, 15 y 45 días después de la siembra	48.08	48.53	48.48	45.75	48.21
Promedios	47.43	47.67	48.41	47.71	
T13 (fertilizante solo con N)		46.78			
T14 (fertilizante sin N y sin EM)		47.70			

Tukey (5%): Frec. Aplic. EM= 1.34  
 Dosis de Fert. EM= 1.71  
 Frec. Aplic. EM x Dos. Fert EM= 3.85  
 T13 vs Resto= 3.87  
 T14 vs Resto= 3.87

#### 4.6. Rendimiento

La Tabla 13, contiene los valores promedios del rendimiento de maíz y según el análisis solo hubo significación al 5% de posibilidad para la comparación entre el tratamiento que no se fertilizo con Nitrógeno ni EM, respecto a los demás. Para el resto, no se determinó significación estadística.

En el caso de las frecuencias de aplicación del fertilizante con EM, el mayor rendimiento de 8799.8 Kg/ha fue para cuando se aplicó al momento de la siembra y a los 15 dds y el menor de 8444.0 Kg/ha cuando se adiciono a la siembra y a los 15 y 45 dds. Respecto a la dosis del fertilizante con EM el más alto promedio de 8784.0 Kg/ha fue para la aplicación de 4 sacos y el más bajo de 8382.0 Kg/ha para cuando se aplicaron dos sacos del fertilizante con EM. Cuando se combinaron los factores, el más alto rendimiento de 8972 Kg/ha fue para cuando los cuatro sacos del fertilizante con EM se fraccionaron una parte a la siembra y el resto a los 15 dds; la menor producción de 7994.0 Kg/ha se obtuvo cuando se adicionaron dos sacos de fertilizantes con EM fraccionando en tres partes: a la siembra y a los 15 y 45 dds. En ninguno de estos casos hubo diferencias significativas.

Respecto a los tratamientos adicionales, el que incluyo la fertilización con Nitrógeno alcanzo 8645 Kg/ha que no fue diferente de los demás que combinaron los factores en estudio, pero si del tratamiento que no recibió fertilización que obtuvo 5676 Kg/ha que fue la menor producción y que el análisis estadístico y la prueba de Tukey lo diferencio de todos los demás.

Tabla 13. Promedios del rendimiento (Kg/ha) de maíz del experimento. Manta, 2018

Frecuencias de aplicación EM	Dosis de la fertilización con EM (sacos)				Promedios
	1	2	3	4	
A la siembra	8059 A	8434 A	8513 A	8884 A	8472.5
A la siembra y 15 días después de la siembra	8549 A	8718 A	8960 A	8872 A	8799.8
A la siembra, 15 y 45 días después de la siembra	8660 A	7994 A	8626 A	8496 A	8444.0
Promedios	8422.7	8382.0	8699.7	8784.0	
T13 (fertilizante solo con N)		8645 A			
T14 (fertilizante sin N y sin EM)		5676 B			

Tukey (5%): Frec. Aplic. EM=	407
Dosis de Fert. EM=	518
Frec. Aplic. EM x Dos. Fert EM=	1164
T13 vs Resto=	1165
T14 vs Resto=	1165

#### 4.7. Análisis Económico

El análisis incluyó solo los tratamientos que involucraron las combinaciones de los factores en estudio (12 tratamientos), el presupuesto parcial (Tabla 14) permitió obtener ingresos brutos, costos variables y beneficios netos para cada uno. La Tabla 15, que contiene el análisis de dominancia que estableció al tratamiento que consistió en la aplicación de un saco del fertilizante con EM fraccionado: a la siembra y a los 15 y 45 dds después de esta, como el que obtuvo beneficios netos más altos (USD 2581) y los costos variables menores (USD 52).

Tabla 14. Presupuesto parcial de los tratamientos que involucraron la aplicación de elementos menores en el experimento. Manta, 2018.

Costos Variables (USD)						
Tratamiento No.	Rendimiento ajustado al 20% (Kg/ha)	Ingreso bruto (USD 0.38/Kg)	Fertilizante EM	Aplicación fertilizante EM	Total	Beneficios Netos (USD)
1	6447.2	2450	37	15	52	2398
2	6747.2	2564	74	30	104	2460
3	6810.4	2588	111	45	156	2432
4	7107.2	2701	148	60	208	2493
5	6939.2	2699	37	15	52	2547
6	6974.4	2650	74	30	104	2546
7	7168.0	2724	111	45	156	2568
8	7177.6	2727	148	60	208	2519
9	6928.0	2633	37	15	52	2581
10	6395.2	2430	74	30	104	2326
11	6900.8	2622	111	45	156	2466
12	6796.8	2583	148	60	208	2375

Tabla 15. Análisis de dominancia considerando los beneficios netos y costos variables de los tratamientos con EM en el experimento. Manta, 2018

Tratamiento No.	Beneficios Netos (USD)	Costos Variables (USD)
9	2581	52 ND*
7	2568	104 D**
5	2547	52 D**
6	2546	104 D**
8	2519	208 D**
4	2493	208 D**
11	2466	156 D**
2	2460	104 D**
3	2432	156 D**
1	2398	52 D**
12	2375	208 D**
10	2326	**

\*ND= No Dominado

\*\*D= Dominado

## V. DISCUSIÓN

Fue evidente la falta de significación estadística confirmada por la prueba de Tukey al 5% de posibilidad, en todas las características evaluadas; diámetro del tallo (15, 45 y 60 dds), altura de planta (15, 45 y 60 dds), diámetro y longitud de mazorcas; en las que estuvieron involucrados los factores: Frecuencia de Aplicación de EM y las dosis de fertilización con EM, y también los tratamientos adicionales (T13) que comprendió la aplicación solo de 200 Kg de N/ha sin EM, y (T14) fertilización sin Nitrógeno y sin EM.

Igual ocurrió para el caso del rendimiento, pero en esta vez fue el único que tanto el análisis estadístico como Tukey diferenciaron al T14 (Fertilización sin Nitrógeno y sin EM) de los demás tratamientos probados, siendo este el de menor productividad, corroborando que el material probado el híbrido de maíz INIAP H-603 responde satisfactoriamente a la adición de 200 Kg de N/ha tal como lo expresan Falcones (2015) y Motato *et al.* (2016) en sus publicaciones.

Sin embargo hay que anotar que los rendimientos obtenidos por Falcones (2015) se asemejan a los logrados en este estudio; contrariamente, están muy lejanos a los encontrados en Jipijapa y Calceta según Motato *et al.* (2016). Parece que las condiciones ambientales en cuanto a las horas luz difieren entre estas áreas de producción, habiendo menos en la zona de Santa Ana haciendo que los rendimientos no superen los 8972 Kg/ha (197 qq/ha).

Pero el punto central de esta investigación es la respuesta del maíz a la aplicación del fertilizante con EM y los resultados conseguidos muestran que no existió respuesta del híbrido de maíz INIAP H-603

a las aplicaciones del fertilizante con EM. En el país no existe información técnica que refuerce esta aseveración; no obstante, los análisis químicos del suelo donde se realizó el experimento muestran que los contenidos son “medianos” en cuanto a hierro, zinc, manganeso, cobre y boro (reportados del laboratorio de análisis de suelos y agua de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, en el ANEXO), por lo que es probable que las adiciones hechas al suelo en los diferentes tratamientos enriquecieron aún más los EM en el suelo provocando la falta de respuestas determinada.

Económicamente, el presupuesto parcial de solo los tratamientos que comprendieron las adiciones de EM y el análisis de dominancia, encontraron solo un tratamiento dominador que fue la adición de un saco de EM aplicado en tres oportunidades (A la siembra, 15 y 45 dds) al tener más alto beneficio neto (USD 2581,00) y los costos variables más bajos (USD 52,00).

## VI. RESUMEN

Entre Octubre/2017 y Marzo/2018, se realizó en la Granja Experimental Lodana de la ULEAM. Este trabajo tuvo como objetivo, 1) determinar la dosis y época de aplicación de micronutriente para el híbrido del maíz INIAP H-603, en el cantón Santa Ana, y efectuar un análisis económico de los tratamientos involucrados.

Se emplearon frecuencias de aplicación de EM (siembra, siembra y 15 dds, y, siembra y 15, 45 dds), completando con las dosis de fertilización EM (1, 2, 3 y 4 sacos/ha); estos conformaron 12 tratamientos más dos adicionales (1 con fertilización nitrogenada y otro sin fertilización nitrogenadas y sin EM). Bajo un arreglo factorial  $3 \times 4 + 1 + 1$ , en diseño de Bloques Completos al Azar y cuatro repeticiones en campo.

Las variables evaluados fueron: diámetro del tallo, altura de la planta, diámetro y longitud de mazorcas y rendimiento de grano; para el aspecto económico se utilizó la metodología de costos variables del CIMMYT dirigida solo a los tratamientos que conformaron los factores en estudio.

Los análisis estadísticos y la prueba del Tukey no encontraron significación ni diferencia entre las medias de los factores estudiados ni en sus infracciones, lo que permite aceptar la  $H_0$  (hipótesis nula) planteada de que el híbrido del maíz INIAP H-603 no responde a la fertilización con elementos menores. Sin embargo, el análisis económico estableció que la aplicación de 1 saco de EM (Nutrimenores II), fraccionada en tres oportunidades: a la siembra, a los 15 y 45 días después de esta, fue el tratamiento que provoco los beneficios netos más altos y los costos variables más bajos.

## VII. SUMMARY

Between October/2017 and March/2018, it was carried out in the Experimental Farm Lodana of ULEAM. The objective of this work was 1) to determine the dose and time of micronutrient application for the INIAP H-603 maize hybrid, in the Santa Ana canton, and to carry out an economic analysis of the treatments involved.

Frequencies of application of EM (sowing, sowing and 15 dds, and, sowing and 15, 45 dds) were used, completing with the EM fertilization doses (1, 2, 3 and 4 sacks / ha); these formed 12 treatments plus two additional ones (1 with nitrogen fertilization and another without nitrogenous fertilization and without EM). Under a factorial arrangement  $3 \times 4 + 1 + 1$ , in design of complete blocks at random and four repetitions in the field.

The evaluated variables were: stem diameter, height of the plant, diameter and length of ears and grain yield; for the economic aspect, the variable cost methodology of CIMMYT was used, directed only to the treatments that made up the factors under study.

The statistical analyzes and the Tukey test did not find significance or difference between the means of the studied factors nor in their infractions, which allows accepting the HO (null hypothesis) raised that the corn hybrid INIAP H-603 does not respond to the fertilization with minor elements.

However, the economic analysis established that the application of 1 sack of ME (Nutrimenores II), divided into three opportunities: at sowing, at 15 and 45 days after this, was the treatment that caused the highest net benefits and the lowest variable costs.

## VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tomando en consideración los resultados obtenidos, se puede concluir.

- No se encontró diferencia significativa entre las diferentes frecuencias de aplicación del fertilizante con EM, en todos los parámetros evaluados.
- Igual apreciación se hace para las dosis de la fertilización con EM, probadas.
- Se observa en crecimiento ascendente de 6.7 mm (15dds) a 16.8 mm (45 dds) y a 26.8 mm (60 dds), en cuanto al diámetro del tallo.
- En forma similar para la altura de planta de 17.6 cm (15 dds) a 1.58 m (45 dds) y a 2.17 m (60 dds).
- Para el diámetro y longitud de las mazorcas de maíz estuvieron en 47.7 mm y 17.9 cm, respectivamente.
- El rendimiento más alto (8972,00 Kg de maíz/ha) fue para cuando se fertilizó con cuatro sacos de EM fraccionados: a la siembra y a 15 días después de la siembra. El menor de 7994,00 Kg de maíz/ha fue cuando dos sacos se dividieron en tres aplicaciones: a la siembra a los 15 y 45 días después de la siembra.
- Económicamente el mayor beneficio neto y el menor costo variable fueron logrados por la adición de un saco con EM aplicados en tres ocasiones: a la siembra y 15, 45 días después de la siembra.

Esto permite recomendar:

- A la adición de 200 Kg N/ha, complementarla con un saco de EM dividido en tres fracciones: a la siembra y a 15 y 45 días después de la siembra.
- Previo a la siembra, tomar una muestra de suelo para diagnosticar sus potencial de fertilidad en cuanto a elementos mayores y menores.

## IX. BIBLIOGRAFIA

1. Alvarez Ch., E., & Cárdenas C., F. 1986. Guia práctica para el cultivo de granos básicos (IICA ed.). Costa Rica, Turrialba. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=h9wOAQAIAAJ&pg=PA10&dq=clima+y+suelo+para+el+cultivo+del+maiz&hl=es-419&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=clima%20y%20suelo%20para%20el%20cultivo%20del%20maiz&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=h9wOAQAIAAJ&pg=PA10&dq=clima+y+suelo+para+el+cultivo+del+maiz&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=clima%20y%20suelo%20para%20el%20cultivo%20del%20maiz&f=false)
2. Barbagelata P.A. , & Melchiori R.J.M. 2010. Evaluacion de la respuesta del cultivo del maíz a la aplicacion de un fertilizante multinutrientes. Obtenido de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-act-tecnica-n2\\_06\\_evaluacion-respuesta-del-maiz-a-apl.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-act-tecnica-n2_06_evaluacion-respuesta-del-maiz-a-apl.pdf)
3. Bonilla Morales, N. 2009. Manual de recomendaciones de tecnicas cultivo de maíz. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00178.pdf>
4. Chávez Carrillo, F. E. 2011. Determinación multielemental de macro y micronutrientes catiónicos en suelos por espectroscopía de emisión por acoplamiento plasma inductivo y detección óptica ICO-OES. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/4757/DISERTACI%C3%93N.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
5. FAO. 2002. Fertilizantes y su uso. Obtenido de FAO: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>
6. Ferraris, I., Couretot, L., & Ponsa, J. 2016. Evaluación de diferentes dosis y momentos de aplicación del fertilizante

- foliar FERTIDEG compuesto por macro y micronutrientes en el cultivo de Maíz. Obtenido de [http://www.laboratoriosdegser.com/ensayos/maiz\\_pergamino.pdf](http://www.laboratoriosdegser.com/ensayos/maiz_pergamino.pdf)
7. GAP Municipal Santa Ana. 2016. Situación geográfica. Recuperado el 10 de 10 de 2017, de <http://santaana.gob.ec/santa-ana/situacion-geografia/>
  8. García, F. 2016. Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. Obtenido de <http://www.fertilizando.com/articulos/criterios-manejo-fertilizacion-cultivo-maiz.pdf>
  9. Global. 2016. Importancia de los Micronutrientes. Obtenido de Cual es la función de los micronutrientes en los cultivos: <http://www.brglimited.com/download/MicroNutrientes.pdf>
  10. Falcones, M. 2015. Eficiencia Agronómica del Fraccionamiento de la Fertilización Química en el cultivo del maíz (*Zea mays* L) en el Cantón Santa Ana, de la Provincia de Manabí. Tesis Ingeniero Agropecuario. Facultad Ciencias Agropecuaria, ULEAM. p. 27
  11. Ferraris, G., & Couretot, L. 2014. Respuesta del maíz a la fertilización complementaria con nitrógeno y zinc por vía foliar. Obtenido de <http://www.agrositio.com/vertext/vertext.php?id=91445>
  12. INIAP. 2016. Híbrido simple INIAP H-603. Obtenido de INIAP H-603 Híbrido de Maíz duro para Manabí y Los Ríos: [http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4847/6/INIAPE\\_EPPDINIAP-428.pdf](http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4847/6/INIAPE_EPPDINIAP-428.pdf)

13. Lincoln , T., & Zeiger, E. 2006. Fisiología Vegetal.
14. Motato, N., Pincay, J., Avellan, M., Falcones, V., & Aveiga, V. 2016. Fertilización de Híbrido experimental de Maíz INIAP H-603, con base en la eficiencia agronómica del nitrógeno. Calzeta, Manabí.
15. Navarro García, G., & Navarro García, S. 2014. Fertilizantes químicos y acción. Madrid, España: Mundi-Prensa.
16. Navarro, G. 2003. Química Agrícola 2 ed. Madrid, España: Mundi-Prensa.
17. Perrin, R. K., Winkelmann, D. L., Moscardi, E., & Anderson, J. R. 1976. Formulación de Recomendaciones a partir de Datos Agronómicos: Un Manual Metodológico de Evaluación Económica. Mexico: Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo.
18. Sancamillo Comercializadora de Grano S.A. 2016. Maíz en el Ecuador. Obtenido de sancamillo.com: <http://www.sancamilo.com.ec/maiz.html>

## X. ANEXOS



Reconocimiento del lugar para ejecutar el proyecto de tesis.



Medición de terreno 56 de largo y 26 de ancho metros, limpieza y arado del terreno.



Preparación de surco a una profundidad de 20 centímetros.



Delimitación de las parcelas con sus respectivas medidas y espacios.



Siembra del maíz H-603 y fertilización.



Fertilización a los 15 días después de la siembra con  $\text{SO}_4 (\text{NH}_4)_2$  Y Micronutrientes Nutrimenor II. Recolección de datos de Diámetro y Altura de las plantas.



Control de malezas, trabajo laboral deshierbe.



Fertilización a los 45 días después de la siembra con  $\text{SO}_4 (\text{NH}_4)_2$  Y Micronutrientes Nutrimenor II y toma de datos de Altura y Diámetro del tallo del cultivo del maíz H-603.



Presencia del tutor Ing., Nelson Enrique Motato Alarcón en el ensayo de fertilización con micronutrientes en el Híbrido del maíz H-603.



Toma de datos de Altura y Diámetro del tallo del cultivo del maíz H-603.



Cosecha del cultivo y recolección de datos.



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**

Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 suelos eetp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

**DATOS DEL PROPIETARIO**  
 Nombre : Castro Miranda Edison  
 Dirección : echristian94@hotmail.com  
 Ciudad : Santa Ana  
 Teléfono : wponce@iniap.gob.ec  
 Fax :

**DATOS DE LA PROPIEDAD**  
 Nombre : Sin Nombre  
 Provincia : Manabí  
 Cantón : Santa Ana  
 Parroquia : Lodana  
 Ubicación :

**PARA USO DEL LABORATORIO**  
 Cultivo Actual :  
 N° de Reporte : 3655  
 Fecha de Muestreo : 29/01/2018  
 Fecha de Ingreso : 29/01/2018  
 Fecha de Salida : 08/02/2018

N° Muest. Laborat.	meq/100ml		dSm	C.E.	(%)		Ca	Mg	Ca+Mg	Σ Bases	(meq/l) ±	ppm	Textura (%)		
	Al+H	Al			Na	M.O.							Arena	Limo Arcilla	Cl
88667					0.8	B	1.6	4.24	11.15	26.37					

INTERPRETACION				M.O. y CI	
C.E.					
Al+H, Al y Na	Al+H	Al	Na	B	CI
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	MS = Mixt Salino	B = Bajo	CI = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Mixt Salino	M = Medio	M = Medio	M = Medio
T = Toxic			A = Alto	A = Alto	A = Alto

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Conductímetro
M.O. = Titulación de Walkley Black
Al+H = Titulación con NaOH



*X W. Dufrenoy*  
 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA

*X Cepulcaj*  
 RESPONSABLE LABORATORIO



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

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

**DATOS DEL PROPIETARIO**  
 Nombre : Castro Miranda Edison  
 Dirección : christian94@hotmail.com  
 Ciudad : Santa Ana  
 Teléfono : wponce@iniap.gob.ec  
 Fax :

**DATOS DE LA PROPIEDAD**  
 Nombre : Sin Nombre  
 Provincia : Manabí  
 Cantón : Santa Ana  
 Parroquia : Lodana  
 Ubicación :

**PARA USO DEL LABORATORIO**  
 Cultivo Actual :  
 N° Reporte : 3655  
 Fecha de Muestreo : 29/01/2018  
 Fecha de Ingreso : 29/01/2018  
 Fecha de Salida : 08/02/2018

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		ppm										
	Identificación	Area	NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
88667	Muestra 1		31	M 52	2,17	15	9,2	44	2,0	M 3,5	40	M 5,0	M 0,72

INTERPRETACION		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
<b>MAc</b> = Muy Acido	<b>LAc</b> = Ligero Acido	<b>LA</b> = Ligero Alcalino	pH	Suelo agua (1:2.5)	C Olsen Modificado
<b>Ac</b> = Acido	<b>PN</b> = Frase Neutro	<b>MA</b> = Media Alcalino	N,P,B	Colorimetria	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
<b>MeAc</b> = Mediar Acido	<b>N</b> = Neutro	<b>A</b> = Alcalino	S	Turbidimetria	Fosfato de Calcio Molarbusico
			K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	Absorcion atomica	B,S

*X. W. [Signature]*  
 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

*[Signature]*  
 RESPONSABLE LABORATORIO