



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



Trabajo Experimental presentado al H. Consejo Directivo de la  
Facultad, previo requisito a la obtención de título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Efectos de la fertilización de Boro y Zinc, en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en la zona de Babahoyo”.

**AUTOR:**

Nelson Humberto Anchundia Huacon

**TUTOR:**

Ing. Agr. Javier Saltos Moncayo, M.Sc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2018



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACION**

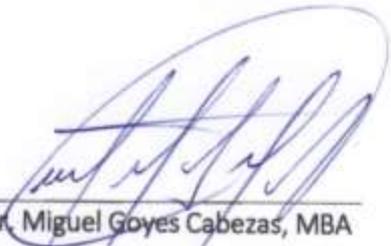
Trabajo Experimental presentado al H. Consejo Directivo de la  
Facultad, previo requisito a la obtención de título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

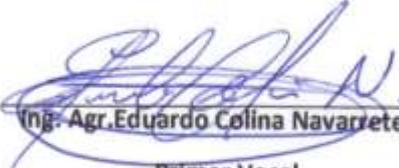
**TEMA:**

"Efectos de la fertilización de Boro y Zinc, en el rendimiento del cultivo  
de maíz (*Zea mays* L.), en la zona de Babahoyo".

**APROBADA POR:**

  
Ing.Agr. Miguel Goyes Cabezas, MBA

Presidente

  
Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc

Primer Vocal

  
Ing.Agr Guillermo Garcia Vasquez, MSc

Segundo Vocal

Las investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor:



---

Nelson Humberto Anchundia Huacon

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la fortaleza y por guiarme en cada uno de mis pasos durante el camino de mi formación profesional.

A la Universidad Técnica de Babahoyo y en especial a los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por darme una buena formación en mis estudios

A mis padres por ser los pilares fundamentales en mi vida y su apoyo incondicional en todo momento

Al Ing. Agr. Javier Saltos Moncayo, MSc. agradecerle por ser un buen tutor de tesis lo cual gracias a sus conocimientos contribuyo al desarrollo y finalización de este trabajo experimental.

A mis compañeros por brindarme su amistad y mostrarme lealtad y compañerismo

Nelson Humberto Anchundia Huacon

# DEDICATORIA

Este trabajo experimental se lo dedico en primer lugar a Dios por darme sabiduría y vida para culminar este proyecto

A mi madre Marlys Huacon Jiménez a mi padre Humberto Anchundia Moreira que me dieron todo su apoyo y nunca me abandonaron me inspiraron a seguir adelante me llenaron de buenos concejos y valores y confiaron siempre en mi a lo largo de este camino ,motivo por el cual me seguiré superando día a día

A mis hermanos Douglas Anchundia Huacon y Fernanda Anchundia Huacon por el cariño y apoyo incondicional a lo largo de este camino

A cada uno de mis Amigos por sus sabios concejos , palabras de aliento y motivación

Nelson Humberto Anchundia Huacon

# ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos .....	2
1.1.1. Objetivo General .....	2
II. MARCO TEÓRICO .....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	17
3.1. Ubicación y descripción del campo experimental.....	17
3.2. Material de siembra .....	17
3.3. Métodos.....	18
3.4. Variables estudiadas .....	18
3.5. Tratamientos.....	18
3.6. Diseño experimental.....	18
3.7. Manejo del ensayo.....	19
3.7.1. Preparación de terreno .....	19
3.7.2. Siembra.....	19
3.7.3. Control de malezas .....	19
3.7.4. Control fitosanitario .....	19
3.7.6. Riego .....	20
3.7.7. Cosecha.....	20
3.8. Datos evaluados .....	20
Para estimar los efectos de los tratamientos, se evaluaron los datos siguientes:..	20
3.8.1. Altura de planta .....	20
3.8.2. Días a la floración .....	20
3.8.3. Altura de inserción de mazorca .....	21
3.8.4. Diámetro de mazorca.....	21
3.8.5. Longitud de mazorca.....	21
3.8.6. Número de granos por mazorca .....	21
3.8.7. Peso de 1000 granos .....	21
3.8.8. Relación grano tusa .....	21
3.8.9. Rendimiento por hectárea .....	21
3.8.10. Análisis foliar .....	22
2.8.11. Análisis económico .....	22
IV. RESULTADOS.....	23
4.1. Altura de planta .....	23
4.2. Altura de inserción de la mazorca .....	24

4.3. Días a floración .....	25
4.4. Diámetro de mazorca .....	26
4.5. Longitud de mazorca.....	27
4.6. Número de granos por mazorca .....	28
4.7. Relación grano tuza.....	29
4.8. Peso de 1000 granos .....	30
4.9. Rendimiento.....	31
4.10. Análisis foliar .....	32
4.11. Análisis económico.....	34
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
VI. RESUMEN.....	38
VII. SUMMARY .....	39
VIII. LITERATURA CITADA .....	40
APENDICE .....	43
Cuadros de resultados.....	44
Fotografías .....	53

# I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo básico en la alimentación de la población de América Latina, el cual puede ser consumido de diferentes formas, especialmente como harinas, que básicamente sirven para cubrir muchas necesidades de una alimentación equilibrada.

En el Ecuador, también es un cultivo importante en la alimentación humana, especialmente en la región andina. En general el maíz, es un cultivo que sirve de sustento económico para muchos ecuatorianos, por ser fuente de ingreso en familias y además de generar empleo a sus miembros.

En el país, existe una superficie sembrada de 240 201 ha, con superficie cosechada de 228 868 ha y una producción de 487 825 toneladas. En la provincia de Los Ríos, la superficie sembrada es de 109 056 ha, con una superficie cosechada de 103 021 ha y una producción de 592 877 toneladas<sup>1</sup>, con un rendimiento promedio entre 6 a 8 t/ha.

Los diferentes tipos de suelo donde se cultiva el maíz no tienen la capacidad para proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento eficiente de las plantas, lo que repercute en un bajo rendimiento, siendo necesaria la aplicación de fertilizantes. El cultivo de maíz tiene la capacidad de absorber altas cantidades de nutrientes del suelo, por lo que requiere niveles de nutrición edáfica y foliar muy altos, tanto en macroelementos especialmente nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), así como de microelementos a base de boro (B), zinc (Zn), hierro (Fe) y manganeso (Mn).

Se conoce que el N, P y K son los nutrientes que el maíz requiere absorber del suelo en cantidades altas, pero para maximizar el efecto de estos nutrientes necesitan balancearse con otros nutrientes, principalmente con microelementos.

---

<sup>1</sup> Datos obtenidos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. 2016. Disponible en <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/reportes-dinamicos-espac>

Investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional, han demostrado que los microelementos son responsables del incremento del rendimiento de los cultivos entre 10 y 20 % más, en relación a plantas no fertilizadas, además tienen un efecto potencializador en algunos macronutrientes.

El Zinc es un nutriente clave en la composición de muchas enzimas y proteínas. Tiene papel importante en una amplia gama de procesos, tales como la producción de hormonas de crecimiento y el alargamiento de los entrenudos. Las deficiencias de este nutriente se manifiestan en la reducción del tamaño de las hojas y la aparición en ellas de mancha cloróticas entre las nervaduras.

Por su parte, el Boro es esencial para el crecimiento de las plantas, ya que promueve la división apropiada de las células, la elongación de las células, la fuerza de la pared celular, la polinización, producción de semillas y traslocación de azúcares; por tanto su deficiencia afecta seriamente a la floración y vaneamiento del grano.

En este trabajo se buscó demostrar el efecto de las aplicaciones de Zinc y Boro, sobre el rendimiento del cultivo de maíz.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo General**

Evaluar los efectos de la fertilización de Boro y Zinc, en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en la zona de Febres Cordero, Cantón Babahoyo.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Determinar los efectos de Boro y Zinc sobre el comportamiento agronómico del maíz.
- Identificar los niveles de Boro y Zinc que más influyan en la producción del cultivo.
- Analizar económicamente los tratamientos en estudio.

## II. MARCO TEÓRICO

Agroptima (2018) indica que el cultivo del maíz procede de hace miles de años. Forma parte de la alimentación básica en muchos países de Sudamérica.

El mismo autor menciona que esta planta tiene una gran variedad, desde especies para alimento animal, para procesarlo y fabricar sémola, el maíz dulce, y también el conocido para hacer las famosas palomitas. Teniendo en cuenta su exposición al aire y sus grandes superficies foliares, su cultivo requiere mucha humedad e hidratación, fundamentalmente cuando ya se han formado las espigas. Una vez que los granos ya se han formado y están duros, ya se puede ir disminuyendo la intensidad del riego e ir dejando que el cultivo se seque. Hasta ese momento de formación y secado del grano, el maíz requiere de un buen aporte en nutrientes, una tierra bien abonada y rica en humus, y una tierra profunda, fértil, muy bien aireada y rica en humus.

El productor (2018) señala que la fisiología del cultivo depende del factor genético, y la forma de crecimiento y desarrollo de la planta depende de las condiciones ambientales: temperatura, humedad y aireación, el maíz germina dentro de los 6 días. Períodos de sequía y temperaturas altas provocan una maduración temprana. No requiere luz para germinar y no presenta problemas de latencia. La temperatura óptima para la germinación es: 20 a 25 °C, mínima de 10 °C y máxima de 40 °C. El cambio de la fase vegetativa a la reproductiva se produce más temprano cuando el período de cultivo coincide con días cortos de luz. Durante días largos florece tardíamente. El maíz necesita más agua en sus primeras fases de crecimiento, floración e inicio fructificación. El crecimiento se detiene al tiempo que se estimula la floración. Los excesos de agua provocan amarillamiento. Las heladas y granizo producen trastornos fisiológicos

Ecoagricultor (2018) manifiesta que el maíz es una planta rústica de fácil desarrollo y su cultivo con judías y calabazas da una excelente combinación de

nutrientes. Aunque con frecuencia se equipara el maíz con un cereal, en realidad, se trata de una especie única, cuyos ancestros todavía no están claros y que desarrollan los pueblos precolombinos de América. De hecho, aun hoy en día sigue siendo la base de la alimentación en gran parte de las poblaciones de América y también de África.

El productor (2018) publica que es recomendable hacer un análisis de suelo, para realizar un encalado correctivo. Sin embargo, se puede recomendar N120-P100-K80 kg/ha más 20 kg de Mg/ha. El N y K debe fraccionarse: 40 % siembra y 60 % a los 30-40 días después de la siembra. Aplicar micronutrientes al suelo (4-5 kg/ha), fraccionando según cada caso.

Ecoagricultor (2018) difunde que el cultivo en el huerto es relativamente fácil, aunque si se quiere obtener grandes matas y abundantes y suculentas panículas, hay que abastecerla bien de agua y nutrientes. Entre las infinitas variedades de maíz que se puede cultivar y consumir, existen tres grandes grupos con características bien diferenciadas: los maíces de grano grande y duro, aptos para elaborar sémolas y harinas y que se consumen mediante cocción; las variedades de grano pequeño y piel extremadamente resistente, que sirven para elaborar las populares palomitas; y las de granos tiernos y jugosos –maíz dulce–, especialmente aptos para su consumo en fresco, todas ellas se pueden encontrar subvariedades con diferentes formas de granos y colores.

Monteros y Salvador (2015) acotan que el maíz duro seco es uno de los cultivos transitorios más importantes del Ecuador por su papel principal en la producción de balanceados y su presencia en todas las provincias del país, por tanto, es necesario considerar factores que permitan incrementar la producción del cultivo y por ende su rendimiento.

Cano *et al.* (2013) sostienen que la imperiosa necesidad de satisfacer la demanda de productos alimenticios básicos de una creciente población tanto estatal como nacional y el incremento constante de los insumos agrícolas que ocasionan que el costo de producción del cultivo de maíz sea muy alto,

justifican los programas de investigación y mejoramiento en maíz tendientes a incrementar su producción por unidad de superficie y hacer más rentable el cultivo para que los productores maiceros de temporal en el estado continúen sembrando.

Remache (2017) corrobora que los nuevos materiales genéticos de maíz con alto potencial de rendimiento, se producen periódicamente y deben ir acompañados de información técnica que oriente sobre sus características fisiológicas, resistencia a plagas, requerimientos hídricos, clima y nutricionales. Estudios han evaluado híbridos promisorios presentados a los consumidores, de los que se requiere conocer sus necesidades nutricionales según el potencial de rendimiento y la fertilidad natural de los suelos, que varían en las diferentes zonas maiceras del país.

Inzunza *et al.* (2016) menciona que el potencial del cultivo, así como la tecnología disponible para el maíz, puede representar una alternativa rentable para el productor regional y contribuir para disminuir la dependencia alimentaria del extranjero. Para lograr esto, se requiere optimizar las diversas prácticas de manejo de los sistemas productivos.

Ríos *et al.* (2017) mencionan que el cultivo de maíz es de gran importancia en la zona, pues constituye una de las principales fuentes de ingreso económico para el pequeño y mediano productor, así como también es la base de la alimentación familiar y animal. Sin embargo, por la tecnología tradicional aplicada en el manejo del cultivo se minimizan las posibilidades de mejorar los rendimientos e incrementar su ganancia.

Cano *et al.* (2013) aclaran que una de las formas de lograr el incremento de la producción es de combinar eficientemente factores tales como: dosis de fertilización, densidades de población, uso de semillas mejoradas, entre otros. El nitrógeno y el fósforo son los elementos que con mayor frecuencia limitan la obtención de altos rendimientos y en maíz no es la excepción. Varios estudios indican que una adecuada aplicación de macronutrientes al suelo logrará un incremento en el rendimiento de grano.

Castro (2015) expresa que las nuevas variedades, más exigentes, y las nuevas técnicas de cultivo, como la fertirrigación, hacen que las plantas sean más dependientes del aporte de estos nutrientes. La calidad de los productos agrícolas está relacionada con la óptima nutrición en micronutrientes y también en calcio, magnesio y azufre.

Para Palafox *et al.* (2015), con respecto a la fertilización, estudios realizados mediante el método productor-experimentador, en diferentes áreas maiceras, han determinado que uno de los principales factores que afectan al rendimiento del cultivo es la fertilización, ya que aunque la totalidad de los productores realizan esta labor, no lo aplican en la cantidad ni en el momento en que la planta lo requiere, lo cual ocasiona disminución en el rendimiento e incremento en los costos de producción.

Álvarez *et al.* (2012) aseguran que el mantenimiento perdurable de la capacidad productiva del suelo requiere la integración de prácticas de nutrición vegetal y de mejoramiento del suelo, que permitan un manejo adecuado de los nutrimentos para evitar su carencia o pérdidas por lixiviación, y de la materia orgánica para potenciar la biodiversidad edáfica y optimizar los parámetros edáficos ligados a su conservación. El manejo integrado del suelo permite abordar simultáneamente este binomio a través de la optimización de los beneficios de todas las fuentes posibles de nutrimentos provenientes de la unidad de producción, y su complementación con fuentes externas que son necesarias para satisfacer los requerimientos del cultivo, todo ello orientado a alcanzar niveles de producción deseados y disminuir riesgos de degradación ambiental. Para este fin se requiere la aplicación de prácticas agroecológicas, así como la generación de información del curso que seguirá la evolución de las características del suelo frente a diferentes condiciones de manejo.

Ferraris y Couretot (2018) argumentan que el uso de micronutrientes ha despertado un creciente interés en productores, debido a la aparición de casos en los que ha permitido corregir deficiencias nutricionales de las plantas, promover un buen desarrollo de los cultivos, y mejorar el rendimiento y la calidad del producto cosechado. Son reiterados los casos en los que se han

documentado respuestas positivas a su aplicación, siendo los más frecuentes el de Zinc (Zn) y Boro (B) en maíz, Boro en soya y, últimamente, otros elementos como Cobalto (Co), Molibdeno (Mo) y Manganeseo (Mn) en soja. Estos nutrientes pueden ser agregados de diversas maneras, por ejemplo aplicado sobre la semilla, al suelo y, más frecuentemente, por vía foliar.

Infoagro (2018) refiere que la nutrición vegetal es el proceso mediante el cual la planta absorbe del medio que le rodea las sustancias necesarias para llevar a cabo su metabolismo y en consecuencia, crecer y desarrollarse. Los elementos esenciales para las plantas superiores, son el Hidrógeno (H), Carbono (C), Oxígeno (O), Nitrógeno (N), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Fósforo (P), Azufre (S), Cloro (Cl), Boro (B), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Zinc (Zn), Cobre (Cu) y Molibdeno (Mo). A estos podrían añadirse algunos otros, tales como el Sodio (Na), Silicio (Si), Cobalto (Co) y Selenio (Se), que sólo son esenciales para algunas especies.

Palafox *et al.* (2015) estiman que la fertilización se considera como uno de los factores controlables clave en la obtención de un mejor rendimiento en maíz, ejerciendo alta influencia sobre los componentes de rendimiento y sobre las características agronómicas. Sin embargo, aun cuando se conoce el efecto por separado de cada uno de estos factores, es importante definir su combinación óptima, debido a que, en la mayoría de los casos, los factores de la producción se han estudiado en un solo genotipo. Por otro lado, en la formación de variedades mejoradas de maíz, muchos mejoradores aplican la selección en una sola dosis de fertilización estándar, de tal forma que se desconoce la respuesta de las variedades generadas a diferentes dosis de este factor de producción, cuando éstas son puestas a disposición del productor para su uso comercial.

De acuerdo a Rodríguez *et al.* (2014), la fertilización foliar se ha convertido en una práctica común para los productores. Esta sirve para suplementar los requerimientos nutricionales del cultivo, que no se pueden abastecer mediante la fertilización edáfica, corrigiendo las deficiencias nutricionales de las plantas, mejorando el rendimiento del cultivo.

Castro (2015) determina que la fertilización con microelementos o micronutrientes y con elementos secundarios es fundamental para la cantidad y calidad de los cultivos en agricultura. Los elementos secundarios y micronutrientes deben ser aplicados sólo cuando se considere que pueden estar carentes en el medio, o cuando el cultivo sea incapaz de obtenerlos del suelo en el estado que se encuentren.

Infoagro (2018) indica que los elementos nutritivos o fertilizantes se clasifican según la cantidad utilizada por la planta y la frecuencia con la que es necesaria su aportación al cultivo. Según este criterio podemos distinguir los siguientes grupos:

- **Macroelementos:** son aquellos elementos nutritivos absorbidos por la planta en mayores cantidades. En este grupo se incluye el Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Azufre (S), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg). Según su frecuencia de aplicación en los cultivos, se dividen en macroelementos primarios (N, P y K) y secundarios (S, Ca y Mg).
- **Microelementos:** son aquellos elementos nutritivos absorbidos por la planta en cantidades menores, incluyéndose en este grupo el Hierro (Fe), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn), Molibdeno (Mo) y Boro (B).

Ferraris y Couretot (2018) comentan que una estrategia de fertilización más apropiada requeriría de un diagnóstico preciso, una aplicación adecuada y un cultivo con elevada potencialidad de respuesta. En la actualidad, se han dado diversas condiciones que permiten realizar un diagnóstico más certero acerca de las expectativas de respuesta a la fertilización con microelementos. Estas incluyen la mayor difusión de análisis de suelo y tejido, la observación de síntomas visuales a campo, y un conocimiento más amplio acerca de eventuales deficiencias regionales, así como notables avances acerca del rol de los nutrientes en la respuesta de las plantas a condiciones de estrés y herramientas de medición que permiten detectar pequeñas diferencias de rendimiento a nivel de campo.

Promix (2017) indica que el boro (B) no se necesita en grandes cantidades en las plantas, pero puede causar problemas de crecimiento graves

si no se administra en niveles adecuados. El boro se diferencia de otros micronutrientes porque no hay clorosis asociada a su deficiencia, sin embargo, tiene síntomas de toxicidad similares a los de otros micronutrientes. La función del boro, es que se usa con calcio en la síntesis de las paredes celulares y es esencial para la división celular (creación de células de plantas nuevas). Los requisitos de boro son mucho más altos para el crecimiento reproductivo, por lo que ayuda con la polinización y el desarrollo de frutas y semillas. Otras funciones incluyen la traslocación de azúcares y carbohidratos, el metabolismo del nitrógeno, la formación de ciertas proteínas, la regulación de niveles de hormonas y el transporte del potasio hacia los estomas (lo que ayuda a regular el equilibrio interno del agua). Como el boro ayuda a transportar azúcares, su deficiencia causa una reducción de exudados y azúcares en las raíces de la planta, lo que puede reducir la atracción y colonización de hongos micorrícicos.

El mismo autor indica que la deficiencia de boro se expresa en los puntos de crecimiento de las raíces y follaje, y también en estructuras de florecimiento y de fructificación. A menudo, las yemas terminales mueren y los entrenudos del follaje se acortan, lo que da lugar a un crecimiento nuevo, deforme y achatado que emerge de los nudos laterales, lo que provoca una apariencia “roseta” o “tupida”. Los tallos son quebradizos y las hojas nuevas pueden engrosarse. Las raíces son, por lo general, cortas, achatadas y hay muy pocos pelos radicales presentes. El florecimiento y la fructificación son reducidas y lo que se desarrolla es a menudo deforme.

Smart (2018) reporta que el boro es un micronutriente esencial para el crecimiento normal de las plantas. En la naturaleza, el boro está usualmente presente en una concentración promedio de 10 ppm. Sin embargo, el rango de las concentraciones de boro en la solución del suelo, en cual las plantas sufren efectos tóxicos o deficiencias, es muy estrecha (0.3-1 ppm). El boro es esencial para el crecimiento normal de las plantas, ya que promueve la división apropiada de las células, la elongación de células, la fuerza de la pared celular, la polinización, floración, producción de las semillas y la traslación de azúcar. El boro es también esencial para el sistema hormonal de las plantas.

El mismo autor expresa, que los síntomas de la deficiencia de boro incluyen formación inhabitada de yemas florales, brotes secos, entrenudos cortos, deformaciones, baja viabilidad del polen y desarrollo inhabitado de semillas. Los síntomas de toxicidad de boro en las plantas incluyen: clorosis y necrosis de los puntos de crecimiento que progresa hacia el centro de las hojas, y más tarde hojas que se caen e incluso la muerte de la planta.

Intagri (2018) indica que el Boro (B) es un micronutriente esencial para las plantas y cuando se encuentra deficiente, diversas funciones y procesos fisiológicos se deterioran en las plantas. Desempeña un papel fundamental en la estabilidad de las paredes y membranas celulares, donde el 90 % del B contenido en la planta se asocia con la pared celular, al formar enlaces con pectinas y polisacáridos. El boro participa en el metabolismo de fenoles, protegiendo a las membranas celulares e impidiendo que se acumulen en los tejidos de las plantas, ya que los fenoles son inhibidores de la elongación de raíces. Cabe destacar que las deficiencias de boro en las plantas pueden ocasionar una mayor susceptibilidad al ataque de enfermedades en las raíces, ya que las paredes celulares se hacen más débiles y son rápidamente penetrables por agentes patógenos. Otro de los procesos en los que interviene el B es la fijación biológica del nitrógeno, donde las leguminosas requieren de este elemento para llevar a cabo esta función, y se ha comprobado que su deficiencia inhibe la fijación del N. Al disminuir la actividad nitrogenasa las plantas se vuelven susceptibles a la radiación solar.

El mismo autor determina que el boro también tiene importancia en el crecimiento y desarrollo de la raíz, debido a la producción de hormonas que participan en este proceso. El ácido ascórbico reducido nos ayuda a mejorar el crecimiento de raíz, sin embargo, bajo una deficiencia de boro, el metabolismo del ascorbato se ve muy perjudicado, por lo que en tales condiciones el crecimiento sería limitado.

Guaytarilla e Izquierdo (2016) manifiestan que el boro se encuentra en la mayor parte de los suelos en cantidades extremadamente pequeñas, oscilando generalmente desde aproximadamente 20 a 200 partes por millón. El boro no

se halla normalmente en cantidades tóxicas en los suelos arables, a menos que haya sido añadido en exceso en los fertilizantes comerciales. La mayor parte del boro disponible en el suelo es suministrado por la fracción orgánica. Cuando se descompone la materia orgánica se libera el boro, y una parte a las plantas y otra se pierde por filtración.

Promix (2018) señala que el zinc (Zn), uno de los micronutrientes esenciales para las plantas, les es necesario en pequeñas cantidades. El nivel normal de zinc en el tejido foliar es de 15-60 ppm, y en el sustrato, de 0,10-2,0 ppm. Ni la deficiencia ni la toxicidad de zinc ocurren con frecuencia; sin embargo, ambas repercuten negativamente en el desarrollo y la calidad de los cultivos. Ambas condiciones deben ser afrontadas antes de que el daño causado a los cultivos sea irreversible. El zinc activa las enzimas responsables de la síntesis de ciertas proteínas. Es utilizado en la formación de clorofila y algunos carbohidratos, y en la conversión de almidones en azúcares; su presencia en el tejido foliar ayuda a las plantas a resistir las bajas temperaturas. Es fundamental en la formación de auxinas, mismas que coadyuvan a la regulación del desarrollo y a la elongación del tallo.

El mismo autor argumenta que como sucede con la mayoría de los micronutrientes, el zinc es inmóvil; es decir, los síntomas de deficiencia de este elemento se presentan en las hojas nuevas. Dichos síntomas varían en función de cada tipo de cultivo. Normalmente, se manifiestan como un patrón inconsistente de clorosis (a menudo intervenal) en las hojas nuevas; además, pueden presentarse manchas necróticas en las orillas o en las puntas de las hojas. Estas nuevas hojas son más pequeñas y con frecuencia están torcidas hacia arriba o deformes. Los entrenudos se acortan, dándole a la planta un aspecto de escarapela; el desarrollo de los botones es pobre, por lo que se el florecimiento y las ramificaciones se reducen.

Rodríguez *et al.* (2014) sostienen que el Zn actúa como metal componente de la estructura de las enzimas, como cofactor de un gran número de ellas y fundamentalmente en la síntesis del triptófano que es precursor en la producción de auxinas. Las deficiencias de Zn se manifiestan por la reducción

del tamaño de las hojas y la aparición en ellas de manchas cloróticas entre las nervaduras. Trabajos desarrollados consideran al Zn como el elemento más limitante para la producción, seguido por el Mn.

Smart (2018) reporta que el Zinc (Zn) es uno de los ocho micronutrientes esenciales. Es necesario para las plantas en pequeñas cantidades, pero crucial para su desarrollo. En las plantas, el zinc es un componente clave de muchas enzimas y proteínas. Tiene un papel importante en una amplia gama de procesos, tales como la producción de la hormona de crecimiento y el alargamiento de entrenudos. Un suministro adecuado de zinc es esencial para obtener rendimientos rentables. El costo para el agricultor asociado con la pérdida de producción, es mucho mayor que el costo del análisis de suelo y tejido vegetal, así como la aplicación de fertilizantes de zinc.

El mismo autor informa que la movilidad de zinc en las plantas varía dependiendo de su disponibilidad en el suelo. Cuando la disponibilidad de zinc es adecuada, es fácilmente translocado desde las hojas maduras a las hojas más jóvenes, mientras que cuando el zinc es deficiente, el movimiento de zinc a partir de las hojas más maduras a las más jóvenes se retrasa. Las deficiencias de zinc aparecerán inicialmente en las hojas medias. Esta carencia incluye uno o algunos de los siguientes síntomas:

- Un retraso en el crecimiento - reducción de la altura
- Clorosis
- Manchas marrones en las hojas superiores y hojas distorsionadas

Ratto y Miguez (2016) afirman que el manejo integral de nutrientes se ha convertido en una necesidad debido a la variabilidad introducida en los sistemas agrícolas. Las nuevas variedades e híbridos, la acumulación de residuos en la superficie del suelo con el desarrollo de siembra directa y la aplicación de una cantidad importante de nutrientes producen una alteración en el balance de los ciclos biológicos, químicos y geológicos que se manifiesta como nuevos equilibrios edáficos. Estos nuevos equilibrios afectan al zinc (Zn) y, por esta razón, en muchas áreas agrícolas del mundo se lo considera como el tercer elemento limitante, luego del nitrógeno (N) y el fósforo (P).

Para Amezcua y Lara (2014), 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.

Intagri (2016) indica que el Zn es un elemento de poca movilidad dentro de la planta, pero con numerosas funciones críticas. La estructura y funcionalidad de muchas enzimas dependen de la presencia de Zn en la planta. Aproximadamente 2800 proteínas dependen del Zn para que puedan sintetizarse y actuar. Se requiere para la síntesis de carbohidratos durante la fotosíntesis y en la transformación de los azúcares en almidón. Participa también en el metabolismo de hormonas al regular el nivel de auxinas a través de la síntesis del aminoácido triptófano. En los procesos de maduración y producción de semillas, el Zn favorece formación y fertilidad del polen, por ello la deficiencia de Zinc tiene mayor efecto en el rendimiento del grano que en el desarrollo vegetativo. También ayuda al mantenimiento e integridad de las membranas celulares y aporta tolerancia a las plantas ante patógenos, especialmente los del suelo. En la actualidad el Zn constituye en el micronutriente más deficiente en el mundo. Su deficiencia puede reducir los rendimientos de los cultivos en un 20 % sin manifestar síntomas (hambre oculta).

De acuerdo a Ratto y Miguez (2016), la deficiencia de Zn en maíz frecuentemente aparece en las primeras semanas del cultivo. Se manifiesta como fajas de color amarillento entre nervaduras de la lámina foliar. Los síntomas generalmente aparecen en la segunda o tercer semana del ciclo y se caracterizan por su corta duración. Pueden durar hasta por dos semanas, para luego desaparecer por completo. Sólo en algunas situaciones, en lotes

de suelos arenosos, se ha observado que los síntomas de deficiencia de Zn persiste hasta la floración. Sin embargo, una situación similar ocurre en lotes que están en producción bajo siembra directa, con elevada fertilización fosfatada y en períodos de baja humedad. La aplicación foliar de Zn ha controlado en todas las situaciones los problemas de deficiencia.

Amezcuca y Lara (2014) reportan que al igual que en todos los organismos vivos, 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.

Castellanos y Rodríguez (2014) consideran que el Zinc (Zn) es un micronutriente esencial, ligeramente móvil en la planta, con funciones diversas y críticas. Se requiere para la síntesis de carbohidratos durante la fotosíntesis y en la transformación de los azúcares en almidón (una deficiencia de Zinc reduce en un 50 – 70 % la fotosíntesis neta dependiendo del cultivo). Regula el nivel de auxinas a través de la síntesis del aminoácido triptófano (precursor de las auxinas). Juega un papel fundamental en la maduración y producción de semillas, a través de la formación y fertilidad del polen, por ello la deficiencia de Zinc tiene mayor efecto en el rendimiento del grano que en el desarrollo vegetativo. También ayuda al mantenimiento e integridad de las membranas celulares y aporta tolerancia a las plantas ante patógenos, especialmente los del suelo. En el mundo, el Zinc es considerado el micronutriente más deficiente y necesario en los suelos y cultivos. Puede reducir los rendimientos en un 20 % sin manifestar síntomas (deficiencia oculta de Zinc).

Ratto y Miguez (2016) aclaran que los síntomas de deficiencia de Zn que se observan específicamente en plantas de maíz se han generalizado a

partir de la introducción de la siembra directa en el paquete tecnológico. Las condiciones que predisponen la presencia de estos síntomas parecen ser los siguientes: siembras tempranas en suelos fríos, siembra directa con elevada cobertura de residuos y fertilización con cantidades altas de P colocado en banda cerca de la semilla. La deficiencia se describe como una deficiencia de Zn inducida por una elevada disponibilidad de P (Ratto y Giuffré, 1997). Estos síntomas desaparecen al poco tiempo, probablemente debido a la mayor exploración radical del perfil y a la mayor temperatura del suelo que aumentaría la difusión del Zn.

Amezcuca y Lara (2014) mencionan que el zinc forma parte, además, de las enzimas que participan en la percepción de factores de estrés biótico y abiótico –originados por otros organismos o por cambios ambientales, respectivamente–, así como en la respuesta de defensa de las plantas para contender contra dichos estreses. El zinc es un componente estructural de las proteínas cinasas, que son las encargadas de transmitir las señales originadas por los agentes causantes de estrés hacia el interior de las células, con el fin de preparar y estimular la respuesta a dichos agentes. El zinc también es un componente estructural de las enzimas alcohol deshidrogenasa y superóxido dismutasa, que están involucradas en la respuesta de defensa de las plantas contra el estrés.

Melgar *et al.* (2013) demuestran que en estudios demuestran que en tres de los diez ensayos se verificaron incrementos de rendimientos significativos por la aplicación de B, así como en cinco de los catorce ensayos en donde se evaluó el agregado de Zn. El análisis conjunto realizado solo con los tratamientos donde se aplicó B (F Boro = 4,62; Pr > F: 0,0047) ó Zn (F Zinc =6,22; Pr > F: 0,0006), muestra que en general, los tratamientos con micronutrientes aumentaron los rendimientos respecto a los testigos. Los incrementos fueron de carácter lineal hasta el primer nivel de B aplicado, sin aumentos más allá de la dosis de 0,5 kg de B ha<sup>-1</sup>. Con este nivel de aplicación, los rendimientos promedio de maíz aumentaron 0,58 Mg ha<sup>-1</sup>. En cambio, la respuesta a la aplicación de Zn fue lineal en todo el rango de las dosis evaluadas a razón de 0,109 Mg de maíz por kg de Zn aplicado

Gambaudo *et al.* (2014) indican que los resultados obtenidos demostraron que todos los fertilizantes con Zn incrementaron los rendimientos con relación al testigo, la magnitud de estas respuestas permiten concluir que es una práctica viable desde el punto de vista económico y aplicable a las condiciones de producción de la zona. El peso de los mil granos fue el componente del rendimiento que explicó los rendimientos logrados. Como consideración final del trabajo se puede establecer el nutriente Zn es un factor limitante de la productividad del maíz y que debería ser considerado para una adecuada nutrición balanceada del cultivo.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos del Sr. Vicente Jiménez Carbo, ubicados en el Rcto. Pueblo Nuevo de la parroquia Febres Cordero del Cantón Babahoyo. Las coordenadas UTM son 680103 E y 9783427 N, con una altura de 17 msmn<sup>2</sup>

Esta zona posee un clima tropical húmedo, con una temperatura promedio anual de 25 °C, una precipitación anual de 1845 mm, humedad relativa de 74 %, y está ubicada en una altura de 8 m.s.n.m.<sup>3</sup>

#### 3.2. Material de siembra

Como material de siembra se utilizó el híbrido de maíz Insignia 105, el cual presenta las siguientes características:

Descripción	Características
Días a floración	: 53
Ciclo del cultivo	: 130 días
Tipo de grano	: Semicristalino
Color de grano	: Anaranjado
Altura de planta (cm.)	: 231 - 266
Altura de inserción de mazorca (cm.)	: 125 - 130
Peso de mazorca (gr.)	: 275
Número de hileras por mazorca	: 16
Peso de 1000 granos (gr.)	: 305
Longitud de mazorca (mm.)	: 180
% de desgrane	: 85%
Calidad de grano	: Excelente
Resistencia a acame	: Excelente
Tolerancia a enfermedades foliares	: Resistente
Tolerancia a enfermedades de mazorca	: Media alta

<sup>2</sup> Fuente: Datos tomados de anuario Instituto Geográfico Militar, 2018.

<sup>3</sup> Datos tomados de la estación experimental meteorológica Hcda. San José. 2017

### 3.3. Métodos

Para la realización del trabajo experimental se utilizaron los métodos: deductivo, inductivo, empírico y experimental.

### 3.4. Variables estudiadas

Variable dependiente: comportamiento agronómico del cultivo de maíz.

Variable independiente: dosis de fertilizantes foliares a base de B y Zn.

### 3.5. Tratamientos

El presente trabajo experimental estuvo constituido con 9 tratamientos y 3 repeticiones, tal como se detalla en el Cuadro 1:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados. Babahoyo, 2017.

	Tratamientos (Productos)	L/ha	Época de aplicación (d.d.s.)
T1	Boroned	0,5	15
T2	Ned zinc	0,5	25
T3	Boroned	1,0	15
T4	Ned zinc	1,0	25
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20
T6	Boroned + Ned zinc	1,0 + 1,0	20
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1,0	20
T8	Boroned + Ned zinc	1,0 + 0,5	20
T9	Testigo (*)	0	Sin aplicación

d.d.s.: Días después de la siembra

(\*): Fertilización convencional: 140 kg N; 80 kg P; 90 kg K

### 3.6. Diseño experimental

En el presente trabajo se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones.

Para realizar la evaluación de las medias de los tratamientos, se utilizó el análisis de varianza y la comparación de medias se efectuó con la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

### 3.6.1. ANDEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	8
Repeticiones	2
Error experimental	16
Total	26

### 3.7. Manejo del ensayo

Para la ejecución del ensayo se llevaron a cabo todas las prácticas y labores agrícolas que el cultivo requiera para su normal desarrollo, tales como:

#### 3.7.1. Preparación de terreno

Se realizó mediante un pase de romplow y dos pasas de rastra en sentido cruzado, con el fin de asegurar una buena germinación de las semillas.

#### 3.7.2. Siembra

Se realizó de forma manual con la ayuda de un espeque, usando un distanciamiento de siembra de 0,80 m. entre hileras y 0,20 m. entre plantas, colocando una semilla por sitio. Antes de la siembra las semillas fueron tratadas con Thiodicarb, en dosis de 250 cc/15 kg de semilla.

#### 3.7.3. Control de malezas

En forma de preemergencia se aplicó Glifosato en dosis de 1,5 L/ha + + Amina en dosis de 0,5 L/ha. Posteriormente a los 21 días después de la siembra se utilizó Nicosulfuron (40 g/ha) + Atrazina (2,0 kg/ha).

#### 3.7.4. Control fitosanitario

Se realizaron monitoreos constantes, detectándose la presencia de Cogollero (*Spodoptera frugiperda*), este fue controlado con Methomyl en dosis de 150 g/ha en cada una de las aplicaciones, efectuadas a los 15, 30 y 45 días después de la siembra.

### **3.7.5. Fertilización**

En base al cuadro de tratamientos, se realizó la fertilización edáfica y foliar del cultivo, detallado en el Cuadro 1.

La fertilización convencional es todas las unidades experimentales fue realizada con: 140 kg N; 80 kg P, 90 kg K. El Fósforo y Potasio fueron aplicados al momento de la siembra, mientras el Nitrógeno a los 20 y 40 días después de la siembra. Como productos comerciales se utilizó Urea 46 %N; Súper fosfato triple 46 %P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y Muriato de Potasio 60 % K<sub>2</sub>O.

### **3.7.6. Riego**

Se utilizó la humedad remanente del suelo, sin embargo cuando la humedad disminuyó a niveles insuficientes, se aplicó dos ciclos de riego por gravedad, con una duración de dos horas cada uno a los 30 y 45 días después de la siembra. Esto en base a las necesidades del cultivo.

### **3.7.7. Cosecha**

Cuando el cultivo llegó a la madurez fisiológica, se procedió a realizar la cosecha de forma manual, esto fue alrededor de los 120 días de edad.

## **3.8. Datos evaluados**

Para estimar los efectos de los tratamientos, se evaluaron los datos siguientes:

### **3.8.1. Altura de planta**

Se determinó a los 90 días después de la siembra, en 10 plantas al azar por parcela, se midió desde el nivel del suelo hasta la inserción de la inflorescencia masculina y se expresó en cm.

### **3.8.2. Días a la floración**

Se evaluó desde el inicio de la siembra hasta cuando cada unidad experimental tuvo más del 50% de inflorescencias masculinas emergidas.

### **3.8.3. Altura de inserción de mazorca**

Se tomó en 10 plantas al azar por parcela y se midió desde el nivel del suelo hasta la base del pedúnculo de la primera mazorca comercial; se lo expresó en cm.

### **3.8.4. Diámetro de mazorca**

Se colectó el diámetro de 10 mazorcas de cada parcela experimental, medido en centímetros con un calibrador, considerando el tercio medio de cada mazorca. Se expresó en centímetros.

### **3.8.5. Longitud de mazorca**

Se determinó la longitud de 10 mazorcas de cada tratamiento, desde la base hasta la punta de la mazorca; medida en centímetros con un flexómetro.

### **3.8.6. Número de granos por mazorca**

Se tomaron 10 mazorcas de cada tratamiento y se procedió a contar la totalidad de sus granos.

### **3.8.7. Peso de 1000 granos**

Se tomaron mil granos cosechados de cada tratamiento y se pesaron en una balanza de precisión; se expresó en gramos.

### **3.8.8. Relación grano tusa**

Se tomaron 10 mazorcas por cada unidad experimental, cuyos granos fueron pesados, para luego dividir este valor para el peso obtenido de las tusas, se expresó en gramos.

### **3.8.9. Rendimiento por hectárea**

El rendimiento se obtuvo del peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental, uniformizando al 13 % de humedad y transformado en kg/ha. Para uniformizar los pesos se empleó la siguiente fórmula:

$$Pu = Pa (100 - ha) / (100 - hd)^4$$

Dónde:

Pu = Peso uniformizado

Pa = Peso actual

ha = Humedad actual

hd = Humedad deseada

### **3.8.10. Análisis foliar**

Se efectuó un análisis foliar para determinar la presencia de nutrientes en el cultivo al momento de la floración. Para esto se tomó la hoja opuesta a la mazorca en la etapa de floración y se recolectó 30 hojas por cada tratamiento.

### **2.8.11. Análisis económico**

El análisis económico, se realizó considerándose los gastos del cultivo, relacionado con el ingreso logrado, para finalmente transformar a un beneficio económico.

---

<sup>4</sup> Martínez, L. (2002). Economía política de las comunidades agropecuarias del Ecuador, Abya Yala, Quito.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta

En el Cuadro 2, se presenta el valor promedio de altura de planta. El análisis de varianza reportó diferencias significativas, el coeficiente de variación 6,15 %.

El uso de Boroned + Ned zinc en dosis de 0,5 + 0,5 L/ha, aplicado a los 20 días después de la siembra alcanzó mayor altura de planta con 2,34 m, pero fue estadísticamente igual y superior que a la mayoría de tratamientos, solo al testigo superó con mayor magnitud.

Cuadro 2. Altura de planta, con la aplicación de Boro + Zinc en maíz. Babahoyo, 2017.

Nº	Tratamientos			Altura planta (cm)
	Productos	L/ha	Época de aplicación (d.d.s.)	
T1	Boroned	0,5	15	2,22 ab
T2	Ned zinc	0,5	25	2,18 ab
T3	Boroned	1,0	15	2,18 ab
T4	Ned zinc	1,0	25	2,27 ab
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	2,34 a
T6	Boroned + Ned zinc	1,0 + 1,0	20	2,19 ab
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1,0	20	2,19 ab
T8	Boroned + Ned zinc	1,0 + 0,5	20	2,07 bc
T9	Testigo			1,88 c
Promedio general				2,17
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				6,15

d.d.s.: Días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

\*\*= Altamente significativo

## 4.2. Altura de inserción de la mazorca

Se registró diferencias significativas según Andeva, con un coeficiente de variación 9,15 % (Cuadro 3).

La altura de inserción de la mazorca, presentó mayor valor en Boroned 0,5 L/ha (1,06 m), Ned zinc 0,5 L/ha (1,08 m), Boroned + Ned zinc 0,5 + 0,5 L/ha (1,04 m), Boroned + Ned zinc 0,5 + 1,0 L/ha (1,09 m) y Boroned + Ned zinc 1,0 + 0,5 L/ha (1,10 m), los cuales fueron estadísticamente iguales entre si y superiores al testigo.

Cuadro 3. Altura de inserción de la mazorca, con la aplicación de Boro + Zinc en maíz. Babahoyo, 2017.

Nº	Tratamientos		Época de aplicación (d.d.s.)	Altura inserción (m)
	Productos	L/ha		
T1	Boroned	0,5	15	1,06 a
T2	Ned zinc	0,5	25	1,08 a
T3	Boroned	1,0	15	0,97 ab
T4	Ned zinc	1,0	25	0,98 ab
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	1,04 a
T6	Boroned + Ned zinc	1,0 + 1,0	20	0,97 ab
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1,0	20	1,09 a
T8	Boroned + Ned zinc	1,0 + 0,5	20	1,10 a
T9	Testigo			0,95 b
Promedio general				1,02
Significancia estadística				*
Coeficiente de variación (%)				9,15

d.d.s.: Días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

\*= Significativo

### 4.3. Días a floración

Los promedios de la variable días a floración, según el análisis de varianza detectaron diferencias altamente significativas. El coeficiente de variación fue 1,7 % (Cuadro 4).

El tratamiento Ned zinc en dosis de 1,0 L/ha y el testigo tardaron más tiempo en florecer, siendo estadísticamente iguales entre si y superiores al resto de tratamientos. El menor tiempo se registró en la plantas tratadas con Boroned 0,5 L/ha.

Cuadro 4. Días a floración, con la aplicación de Boro + Zinc en maíz. Babahoyo, 2017.

Tratamientos				
Nº	Productos	L/ha	Época de aplicación (d.d.s.)	Días a floración
T1	Boroned	0,5	15	51,0 c
T2	Ned zinc	0,5	25	53,0 ab
T3	Boroned	1,0	15	52,0 abc
T4	Ned zinc	1,0	25	53,7 a
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	53,0 ab
T6	Boroned + Ned zinc	1,0 + 1,0	20	51,7 bc
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1,0	20	52,3 abc
T8	Boroned + Ned zinc	1,0 + 0,5	20	51,7 bc
T9	Testigo			53,7 a
Promedio general				52,4
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				1,70

d.d.s.: Días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

\*\*= altamente significativo

#### 4.4. Diámetro de mazorca

Los valores de diámetro de mazorca se observan en el Cuadro 5, en el que se puede apreciar el uso de Boroned 0,5 L/ha (5,04 cm), Ned Zinc (5,08 cm), Boroned + Ned zinc 1,0 + 1,0 L/ha (5,06 cm), Boroned + Ned zinc 0,5 + 1,0 L/ha (5,12 cm) y Boroned + Ned zinc 0,5 + 1,0 L/ha (5,0 cm), fueron estadísticamente iguales entre si y a resto de tratamientos con excepción del testigo que tuvo el menor valor (4,73 cm). El coeficiente de variación fue 2,77 %.

Cuadro 5. Diámetro de mazorca, con la aplicación de Boro + Zinc en maíz. Babahoyo, 2017.

Nº	Tratamientos		Época de aplicación (d.d.s.)	Diámetro de mazorca (cm)
	Productos	L/ha		
T1	Boroned	0,5	15	5,04 a
T2	Ned zinc	0,5	25	5,08 a
T3	Boroned	1,0	15	4,91 ab
T4	Ned zinc	1,0	25	4,90 ab
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	4,91 ab
T6	Boroned + Ned zinc	1,0 + 1,0	20	5,06 a
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1,0	20	5,12 a
T8	Boroned + Ned zinc	1,0 + 0,5	20	5,00 a
T9	Testigo			4,73 b
Promedio general				4,97
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				2,77

d.d.s.: Días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

\*\*= altamente significativo

#### 4.5. Longitud de mazorca

En lo referente a longitud de mazorca mostrado en el Cuadro 6, la mayor longitud de mazorca fue 19,16 cm, esta se logró aplicando Boroned + Ned zinc 1,0 + 1,0 L/ha, siendo estadísticamente igual a Boroned 0,5 L/ha (18,98 cm) y al resto de tratamientos, observándose en Boroned + Ned zinc 0,5 + 0,5 L/ha (16,93 cm) y en el testigo (16,37 cm) los menores promedios. El coeficiente de variación fue 5,78 %.

Cuadro 6. Longitud de mazorca, con la aplicación de Boro + Zinc en maíz. Babahoyo, 2017.

Nº	Tratamientos		Época de aplicación (d.d.s.)	Longitud de mazorca (cm)
	Productos	L/ha		
T1	Boroned	0,5	15	18,98 a
T2	Ned zinc	0,5	25	18,29 ab
T3	Boroned	1,0	15	17,82 ab
T4	Ned zinc	1,0	25	18,03 ab
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	16,93 b
T6	Boroned + Ned zinc	1,0 + 1,0	20	19,16 a
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1,0	20	17,23 ab
T8	Boroned + Ned zinc	1,0 + 0,5	20	17,83 ab
T9	Testigo			16,37 b
Promedio general				17,85
Significancia estadística				*
Coeficiente de variación (%)				5,78

d.d.s.: Días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

\*= Significativo

#### 4.6. Número de granos por mazorca

Los promedios de número de granos por mazorca, según el análisis de varianza detectaron diferencias altamente significativas. El coeficiente de variación fue 6,29 % (Cuadro 7).

El tratamiento Boroned + Ned zinc 1,0 + 1,0 L/ha (570,4 granos) fue estadísticamente igual al resto de tratamiento y superior a Boroned + Ned zinc 0,5 + 0,5 L/ha (439,5 granos), que tuvo menor promedio.

Cuadro 7. Número de granos por mazorca, con la aplicación de Boro + Zinc en maíz. Babahoyo, 2017.

<b>Tratamientos</b>				
<b>Nº</b>	<b>Productos</b>	<b>L/ha</b>	<b>Época de aplicación (d.d.s.)</b>	<b>Número granos</b>
T1	Boroned	0,5	15	509,5 ab
T2	Ned zinc	0,5	25	550,9 ab
T3	Boroned	1,0	15	526,9 ab
T4	Ned zinc	1,0	25	514,5 ab
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	439,5 c
T6	Boroned + Ned zinc	1,0 + 1,0	20	570,4 a
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1,0	20	539,3 ab
T8	Boroned + Ned zinc	1,0 + 0,5	20	534,3 ab
T9	Testigo			501,7 b
Promedio general				520,8
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				6,29

d.d.s.: Días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

\*\*= altamente significativo

#### 4.7. Relación grano tuza

Los valores de la relación grano-tuza, presentaron diferencias altamente significativas, según el análisis de varianza del ensayo. El coeficiente de variación fue 7,07 % (Cuadro 8).

Los tratamientos Boroned 0,5 L/ha (8,16), Boroned + Ned zinc 1,0 + 1,0 L/ha (8,16), Boroned + Ned zinc 0,5 + 1,0 L/ha (8,16) y Boroned + Ned zinc 1,0 + 0,5 L/ha (8,16), fueron estadísticamente igual entre si y al resto de tratamientos, pero superiores al testigo no tratado (6,13), que tuvo menor promedio.

Cuadro 8. Relación grano – tuza, con la aplicación de Boro + Zinc en maíz. Babahoyo, 2017.

Nº	Tratamientos		Época de aplicación (d.d.s.)	Relación grano/ tuza
	Productos	L/ha		
T1	Boroned	0,5	15	8,16 a
T2	Ned zinc	0,5	25	7,15 ab
T3	Boroned	1,0	15	7,14 ab
T4	Ned zinc	1,0	25	7,14 ab
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	7,15 ab
T6	Boroned + Ned zinc	1,0 + 1,0	20	8,16 a
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1,0	20	8,16 a
T8	Boroned + Ned zinc	1,0 + 0,5	20	8,16 a
T9	Testigo			6,13 b
Promedio general				0,15
Significancia estadística				*
Coeficiente de variación (%)				7,07

d.d.s.: Días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

\*\*= altamente significativo

#### 4.8. Peso de 1000 granos

En el Cuadro 9, se presenta el valor promedio de peso de grano. El análisis de varianza reportó diferencias significativas, el coeficiente de variación 7,04 %.

El uso de Boroned + Ned zinc en dosis de 0,5 + 1,0 L/ha (384,8 g) fue estadísticamente igual Boroned 0,5 L/ha (372,8 g), Ned Zinc 0,5 L/ha (364,2 g), Boroned 1,0 L/ha (364,7 g), Ned Zinc 1,0 L/ha (345 g), Boroned + Ned Zinc 0,5 + 0,5 L/ha (348,3 g), Boroned + Ned Zinc 1,0 + 1,0 L/ha (354,9 g) y Boroned + Ned Zinc 1,0 + 0,5 L/ha (355,8 g), pero superior al testigo sin aplicación (331,9 g).

Cuadro 9. Peso de 1000 granos, con la aplicación de Boro + Zinc en maíz. Babahoyo, 2017.

Nº	Tratamientos			Peso de 1000 granos
	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.s.)	
T1	Boroned	0,5	15	372,8 ab
T2	Ned zinc	0,5	25	364,2 ab
T3	Boroned	1,0	15	364,7 ab
T4	Ned zinc	1,0	25	345,0 ab
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	348,3 ab
T6	Boroned + Ned zinc	1,0 + 1,0	20	354,9 ab
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1,0	20	384,8 a
T8	Boroned + Ned zinc	1,0 + 0,5	20	355,8 ab
T9	Testigo			331,9 b
Promedio general				358,0
Significancia estadística				*
Coeficiente de variación (%)				7,04

d.d.s.: Días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

\*= Significativo

#### 4.9. Rendimiento

En el Cuadro 10 se reportan los promedio de rendimiento en kg/ha. El análisis de varianza indica diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 5,0 %.

La aplicación de Boroned + Ned zinc 0,5 + 0,5 L/ha produjo el promedio más alto 6274,4 kg/ha estadísticamente igual a Boroned 0,5 L/ha (6059,5 kg/ha), Ned Zinc 0,5 L/ha (5796,3 kg/ha) y Boroned + Ned zinc 1,0 + 1,0 L/ha; y superiores al resto de tratamientos. El menor promedio se dio en el testigo con 4786,2 kg/ha.

Cuadro 10. Rendimiento por hectárea, con la aplicación de Boro + Zinc en maíz. Babahoyo, 2017.

Tratamientos				
Nº	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.s.)	Rendimiento kg/ha
T1	Boroned	0,5	15	6059,5 ab
T2	Ned zinc	0,5	25	5796,3 abc
T3	Boroned	1,0	15	5660,1 bc
T4	Ned zinc	1,0	25	4834,9 d
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	6274,4 a
T6	Boroned + Ned zinc	1,0 + 1,0	20	5931,9 ab
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1,0	20	5604,9 bc
T8	Boroned + Ned zinc	1,0 + 0,5	20	5382,0 c
T9	Testigo			4786,2 d
Promedio general				5592,2
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				5,00

d.d.s.: Días después de la siembra

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan.

\*\*= altamente significativo

#### **4.10. Análisis foliar**

En el Cuadro 11, se presentan los resultados de la concentración foliar en función de los tratamientos en estudio. Aunque la concentración de boro con cualquier tratamiento fue muy inferior al considerado como nivel adecuado, hay una tendencia a incrementar cuando se aplicó fuentes que contengan boro, el máximo contenido de boro que fue 9,1 ppm se logró aplicando 1,0 L/ha de boro aplicado a los 15 dds. En cuanto al Zinc, la aplicación de las fuentes a base de zinc evaluadas no mejoró la concentración de zinc en las hojas, los valores obtenidos fueron iguales o inferiores al que tuvo el tratamiento testigo que no recibió este nutriente.

El incremento del boro y mantenerse el contenido de zinc con la aplicación del tratamiento Boroned + Ned zinc 0,5 + 0,5 L/ha aplicado a los 20 días fue suficiente para ayudar a incrementar el rendimiento del maíz entre otros aspectos que ocurrieron.

Cuadro 11. Contenido de Boro, Zinc y otros nutrientes en las hojas, con la aplicación de Boro + Zinc en maíz. Babahoyo, 2017.

Nº	Tratamientos			ppm				%		
	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.s.)	B	Zn	N	P	K	Ca	Mg
T1	Boroned	0,5	15	---	---	---	---	---	---	---
T2	Ned zinc	0,5	25	---	---	---	---	---	---	---
T3	Boroned	1,0	15	9,1	14	2,11	0,28	3,06	0,35	0,32
T4	Ned zinc	1,0	25	8,0	15	2,04	0,29	2,75	0,36	0,33
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	7,9	16	1,88	0,27	3,08	0,36	0,34
T6	Boroned + Ned zinc	1,0 + 1,0	20	6,2	16	1,87	0,26	2,59	0,35	0,33
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1,0	20	8,5	14	1,84	0,23	2,48	0,33	0,33
T8	Boroned + Ned zinc	1,0 + 0,5	20	6,8	15	1,83	0,26	2,69	0,34	0,34
T9	Testigo			6,0	16	1,85	0,29	2,27	0,32	0,32
Nivel adecuado				15	15	2,70	0,25	1,75	0,25	0,25
				20	20	3,25	0,35	2,25	0,40	0,40

#### 4.11. Análisis económico

Los costos fijos y el análisis económico/ha se presentan en los Cuadros 12 y 13.

El costo fijo reportó una inversión económica de \$ 648,5 realizando la comparación en la inversión y la ganancia para el tratamiento Boroned + Ned zinc en dosis de 0,5 + 0,5 L/ha de \$ 577,49; siendo menor en Ned Zinc 1,0 L/ha con \$ 207,65.

Cuadro 12. Costos fijos/ha, en el ensayo: Efecto de la combinación Boro + Zinc, sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en la zona de Febres Cordero, Cantón Babahoyo". 2017

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Parcial \$	Valor Total \$
Pases de romplow	1	u	25,00	25,0
Pases de rastra	2	u	25,00	50,0
Semilla	1	saco	228,00	228,0
Mano de obra	5	jornales	12,00	60,0
Glifosato	1,5	L	7,00	10,5
Amina	1,5	L	8,50	12,8
Nicosulfuron (50 g)	1	sobre	7,50	7,5
Atrazina	2	kg	8,00	16,0
Mano de obra	6	jornales	12,00	72,0
Thiodicarb	1	sobre	7,00	7,0
Methomyl (150 g)	3	sobre	4,00	12,0
Mano de obra	6	jornales	12,00	72,0
Aplicación	6	u	2,50	15,0
Riego	6	u	3,00	18,0
Sub Total				605,7
Administración (5 %)				42,8
Total Costo Fijo				648,5

Cuadro 9. Análisis económico/ha, en el ensayo: Efecto de la combinación Boro + Zinc, sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en la zona de Febres Cordero, Cantón Babahoyo". 2017

Tratamientos				Rendimiento		Costos de producción					Costo fijo	Costo Total	Beneficio Bruto	Beneficio Neto
Nº	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.s.)	kg/ha	Sacos 200 lb/ha	Productos	Fertilización convencional	Aplic.	Cosecha + Trans.	Total				
T1	Boroned	0,5	15	6059,5	133,32	9,3	283,8	96,0	233,31	622,41	648,5	1270,91	1799,85	528,94
T2	Ned zinc	0,5	25	5796,3	127,53	7,0	283,8	96,0	223,18	609,98	648,5	1258,48	1721,67	463,19
T3	Boroned	1,0	15	5660,1	124,53	18,5	283,8	96,0	217,94	616,24	648,5	1264,74	1681,22	416,48
T4	Ned zinc	1,0	25	4834,9	106,38	14,0	283,8	96,0	186,16	579,96	648,5	1228,46	1436,11	207,65
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	6274,4	138,05	16,3	283,8	96,0	241,59	637,69	648,5	1286,19	1863,68	<b>577,49</b>
T6	Boroned + Ned zinc	1,0 + 1,0	20	5931,9	130,51	32,5	283,8	96,0	228,40	640,70	648,5	1289,20	1761,95	472,75
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1,0	20	5604,9	123,32	23,3	283,8	96,0	215,81	618,91	648,5	1267,41	1664,82	397,41
T8	Boroned + Ned zinc	1,0 + 0,5	20	5382,0	118,42	25,5	283,8	96,0	207,23	612,53	648,5	1261,03	1598,61	337,59
T9	Testigo			4786,2	105,31	0	283,8	96,0	184,29	564,09	648,5	1212,59	1421,64	209,06

Productos

Boroned (L) = 18,50

Ned zinc (L) = 14,00

Fertilización química

Urea (50 kg) = 19,0

Súper fosfato triple (50 kg) = 27,30

Muriato de Potasio (50 kg) = 24,40

Costos

Jornal: \$ 12,00

Cosecha + Transporte (Saco): \$ 1,50

Venta qq (45,45 kg): \$ 13,5

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por los resultados obtenidos anteriormente, se detallan las siguientes conclusiones:

- El uso de Boroned + Ned zinc en dosis de 0,5 + 0,5 L/ha, aplicado a los 20 días después de la siembra alcanzó mayor altura de planta,
- En la altura de inserción de la mazorca sobresalió el uso de Boroned + Ned zinc en dosis de 1,0 + 0,5 L/ha aplicado .
- El tratamiento que floreció en mayor tiempo fue Ned zinc en dosis de 1,0 L/ha a los 25 dds.
- El diámetro de mazorca y longitud de mazorca registró valor más elevado con el uso de Boroned + Ned zinc dosis de 1,0 + 1,0 L/ha y Boroned 0,5 L/ha.
- El uso de Boroned + Ned zinc dosis de 1,0 + 1,0 L/ha aplicado a los 20 dds obtuvo mayor promedio de granos/mazorca.
- Las aplicaciones de Boroned 0,5 L/ha a los 15 dds; Boroned + Ned zinc dosis de 1,0 + 1,0; 0,5 + 1,0; 1,0 + 0,5 L/ha aplicado a los 20 dds consiguieron mayor relación grano – tuza.
- El mayor peso de 1000 granos lo reportó la aplicación de Boroned + Ned zinc dosis de 0,5 + 1,0 L/ha aplicado a los 20 dds.
- El contenido de boro y zinc en las hojas fue variable, el boro tendió a incrementar el contenido foliar pero sus valores fueron inferior al nivel adecuado, los niveles de zinc no se incrementaron.
- La aplicación de Boroned + Ned zinc dosis de 0,5 + 0,5 L/ha superó los promedios con 6274,4 kg/ha y mayor beneficio neto con \$ 577,49.

Por lo expuesta se recomienda:

- Aplicar Boroned + Ned zinc dosis de 0,5 + 0,5 L/ha a los 20 dds por presentar mayor rendimiento del cultivo de maíz.
- Realizar ensayos con aplicaciones de boro al suelo para lograr subir sus contenidos y mejorar la producción de maíz.
- Efectuar estudios con otros microelementos en el cultivo de maíz con la finalidad de diagnosticar resultados que incrementen los rendimientos

## VI. RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos del Sr. Vicente Jiménez Carbo, ubicados en el Rcto. Pueblo Nuevo de la parroquia Febres Cordero del Cantón Babahoyo. Como material de siembra se utilizó el híbrido de maíz Insignia 105. Los objetivos planteados fueron determinar los efectos de Boro y Zinc en el incremento del rendimiento del maíz; identificar los niveles de Boro y Zinc que más influyan en el rendimiento del cultivo y analizar económicamente los tratamientos en estudio.

El presente trabajo experimental estuvo constituido por tratamientos con Boroned 0,5 y 1,0 L/ha; Ned zinc 0,5 y 1,0 L/ha; Boroned + Ned zinc 0,5 + 0,5; 1,0 + 1,0; 0,5 + 1,0; 1,0 + 0,5 L/ha aplicados a los 15 y 25 días después de la siembra y un tratamiento testigo (Fertilización convencional) con dosis de 140 kg N; 80 kg P, 90 kg K. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones, para realizar la evaluación de las medias de los tratamientos, se utilizó el análisis de varianza y la comparación de medias se efectuó con la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

Para estimar los efectos de los tratamientos, se evaluaron los datos de análisis foliar, altura de planta, días a la floración, altura de inserción de mazorca, diámetro y longitud de mazorca, número de granos por mazorca, relación grano – tusa, peso de 1000 granos, rendimiento del cultivo y análisis económico.

Por los resultados obtenidos se determina que el uso de Boroned + Ned zinc en dosis de 0,5 + 0,5 L/ha, aplicado a los 20 días después de la siembra superó los promedios con 6274,4 kg/ha y mayor beneficio neto con \$ 213,3. El boro tendió a incrementar el contenido foliar pero sus valores fueron inferior al nivel adecuado. El zinc no se incrementó porque parece que el suelo tiene un contenido importante para el desarrollo del maíz y la aplicación de Boroned + Ned zinc dosis de 0,5 + 0,5 L/ha a los 20 dds

## VII. SUMMARY

The present experimental work was carried out in the lands of Mr. Vicente Jiménez Carbo, located in the Rcto. New Town of Febres Cordero Parish of Babahoyo Canton. The Insignia 105 corn hybrid was used as seed material. The objectives were to determine the effects of Boron and Zinc in the increase of corn yield; identify the Boron and Zinc levels that most influence crop yield and economically analyze the treatments under study.

The present experimental work consisted of treatments with Boroned 0.5 and 1.0 L / ha; Ned zinc 0.5 and 1.0 L / ha; Boroned + Ned zinc 0.5 + 0.5; 1.0 + 1.0; 0.5 + 1.0; 1.0 + 0.5 L / ha applied at 15 and 25 days after sowing and a control treatment (conventional Fertilization) with a dose of 140 kg N; 80 kg P, 90 kg K. The experimental design of Complete Blocks at Random was used with 9 treatments and 3 repetitions, to perform the evaluation of the means of the treatments, the analysis of variance was used and the comparison of means was made with the Duncan test at 5% of probability.

To estimate the effects of the treatments, the data of leaf analysis, plant height, days to flowering, height of ear insert, diameter and length of ear, number of grains per ear, grain - tusse relation, weight of 1000 grains, crop yield and economic analysis.

Based on the results obtained, it was determined that the use of Boroned + Ned zinc at a dose of 0.5 + 0.5 L / ha, applied 20 days after sowing, Boroned + Ned zinc doses of 0.5 + 0.5 L / ha at 20 dds exceeded the averages with 6274.4 kg / ha and higher net profit with \$ 213.3. The boron and zinc content in the leaves was variable, boron tended to increase the foliar content but its values were lower than the adequate level. Zinc was not increased because it seems that the soil has an important content for the development of corn.

## VIII. LITERATURA CITADA

Agroptima. 2018. El cultivo de maíz. Disponible en <https://www.agroptima.com/blog/cultivo-del-maiz/>

Álvarez, J., Díaz, E., León, N., Guillén, J. 2012. Enmiendas orgánicas y actividad metabólica del suelo en el rendimiento de maíz. Terra Latinoamericana, vol. 28, núm. 3. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. pp. 239-245

Amezcuca, J. y Lara, M. 2014. El zinc en las plantas. Revista Ciencia volumen 68 número 3. Pág. 28 - 30

Cano, O., Tosquy, O., Sierra, M., Rodríguez, F. 2013. Fertilización y densidad de población en genotipos de maíz cultivados bajo condiciones de temporal Agronomía Mesoamericana, vol. 12, núm. 2. Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica. pp. 193-197

Castro, M. 2015. Fertilización con microelementos o micronutrientes y con elementos secundarios. Disponible en <http://www.agroes.es/agricultura/abonos/214-fertilizacion-microelementos-elementos-secundarios-agricultura>

Castellanos, J y Rodríguez, D. 2014. Enciclopedia de Agricultura. El Zinc (Zn), en la Nutrición de los Cultivos. 2ª Ed. Mexico. P 345, 367.

Ecoagricultor. 2018. El cultivo del maíz. Disponible en <https://www.ecoagricultor.com/el-cultivo-del-maiz/>

El productor. 2018. Cultivo de maíz. Disponible en <https://elproductor.com/articulos-tecnicos/articulos-tecnicos-agricolas/manejo-del-cultivo-de-maiz/>

Ferraris, G. y Couretot, L. . 2018. Tecnologías para la Aplicación de

Microelementos en Maíz. Dosis y Sistemas de Aplicación de Zinc en Combinación con Fuentes Nitrógeno-Azufradas. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/Tecnologias-Aplicacion-Microelementos-Maiz.asp>

Guaytarilla, N. e Izquierdo, F. 2016. Respuesta de la fertilización con boro en el cultivo de alfalfa *Medicago sativa* Santa Rosa de Cusubamba-Cayambe La Granja. Revista de Ciencias de la Vida, núm. 4. Universidad Politécnica Salesiana Cuenca, Ecuador. pp. 67-70

Infoagro. 2018. Los quelatos de microelementos. Disponible en [http://www.infoagro.com/abonos/microelementos\\_quelutados.htm](http://www.infoagro.com/abonos/microelementos_quelutados.htm)

Intagri. 2018. Funciones Críticas del Boro en los Cultivos. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/funciones-criticas-del-boro-en-los-cultivos>

----- 2016. La Importancia del Zinc en las Plantas y su Dinámica en el Suelo. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/la-importancia-del-zinc-en-las-plantas-y-su-dinamica-en-el-suelo>

Inzunza, M., Villa, M., Catalán, E., Mendoza, S. 2016. Modelo para estimar el rendimiento de maíz en función de la humedad del suelo Terra Latinoamericana, vol. 24, núm. 2. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. pp. 179-185

Monteros, A. y Salvador, S. 2015. Rendimientos de maíz duro seco en el ecuador verano 2014. Disponible en [http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_maiz\\_duro\\_seco\\_verano\\_2014.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_maiz_duro_seco_verano_2014.pdf)

Palafox, A., Tosquy, O., Sierra, M., Turrent, A., Espinosa, A. 2015. Respuesta de híbridos de maíz normales y de alta calidad de proteína a la fertilización química Terra Latinoamericana, vol. 23, núm. 1. Sociedad

Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. pp. 129-135

Promix. 2017. Rol del boro en el cultivo de plantas. Disponible en <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-boro-en-el-cultivo-de-plantas/>

----- 2018. La función del zinc en el cultivo de plantas. Disponible en <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-zinc-en-el-cultivo-de-plantas/>

Ratto, S. y Miguez, F. 2016. Zinc en el cultivo de maíz, deficiencia de oportunidad. Informaciones agronómicas No. 63. Fac. Ciencias Agrarias UCA (1): 14-16. Argentina. P. 8 -15.

Remache, M., Carrillo, M., Mora, R., Durango, W. y Morales, F. 2017. Absorción de macronutrientes y eficiencia del N, en híbrido promisorio de maíz. Patricia pilar, Ecuador. Agron. Costarricense. ISSN 0377-9424. vol.41 n.2 San Pedro de Montes de Oca Jul./Dec. 2017.

Ríos, A., Machimba, M., Molina, Á., Montenegro, M. 2017. Evaluación agronómica de cuatro híbridos de maíz (*Zea mays* L.) La Granja. Revista de Ciencias de la Vida, núm. 6. Universidad Politécnica Salesiana Cuenca, Ecuador. pp. 30-33

Rodríguez, V., Cabrera, S., Martínez, G., Chabbal, M., Mazza, S. 2014. Fertilización foliar con zinc y manganeso en huertos de naranjo 'valencia late' Cultivos Tropicales, vol. 35, núm. 4. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba. pp. 100-105

Smart. 2018. El Boro en las plantas. Disponible en <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/boron>

----- 2018. El zinc en las plantas. Disponible en <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/zinc-in-plants>

## **APENDICE**

## Cuadros de resultados

Cuadro 10. Altura de planta, en el ensayo: Efecto de la combinación Boro + Zinc, sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en la zona de Febres Cordero, Cantón Babahoyo". 2017

Tratamientos				Repeticiones			X
Nº	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.s.)	I	II	III	
T1	Boroned	0,5	15	2,42	2,27	1,98	2,22
T2	Ned zinc	0,5	25	2,17	2,07	2,29	2,18
T3	Boroned	1	15	2,19	2,06	2,28	2,18
T4	Ned zinc	1	25	2,11	2,35	2,34	2,27
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	2,32	2,22	2,48	2,34
T6	Boroned + Ned zinc	1 + 1	20	2,02	2,16	2,39	2,19
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1	20	2,05	2,21	2,30	2,19
T8	Boroned + Ned zinc	1 + 0,5	20	2,1	1,97	2,14	2,07
T9	Testigo (Fertilización convencional)	140 kg N; 80 kg P, 90 kg K	P y K al momento de la siembra y N a los 20 y 40 dds.	1,92	1,78	1,94	1,88

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Al pl 27 0,63 0,39 6,15

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 0,48 10 0,05 2,68 0,0382  
 Trat 0,41 8 0,05 2,87 0,0347  
 Rep 0,07 2 0,03 1,93 0,1775  
 Error 0,28 16 0,02  
Total 0,76 26

Cuadro 11. Altura de inserción de la mazorca, en el ensayo: Efecto de la combinación Boro + Zinc, sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en la zona de Febres Cordero, Cantón Babahoyo". 2017

Tratamientos				Repeticiones			X
Nº	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.s.)	I	II	III	
T1	Boroned	0,5	15	0,98	1,00	1,19	1,06
T2	Ned zinc	0,5	25	1,07	1,09	1,07	1,08
T3	Boroned	1	15	0,85	1,05	1,02	0,97
T4	Ned zinc	1	25	0,94	0,96	1,03	0,98
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	0,80	1,06	1,25	1,04
T6	Boroned + Ned zinc	1 + 1	20	1,01	0,94	0,95	0,97
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1	20	1,10	1,13	1,03	1,09
T8	Boroned + Ned zinc	1 + 0,5	20	1,12	1,1	1,08	1,10
T9	Testigo (Fertilización convencional)	140 kg N; 80 kg P, 90 kg K	P y K al momento de la siembra y N a los 20 y 40 dds.	0,98	0,95	0,92	0,95

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Alt inse maz 27 0,44 0,08 9,15

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 0,11 10 0,01 1,24 0,3397  
 Trat 0,08 8 0,01 1,16 0,3775  
 Rep 0,03 2 0,01 1,53 0,2457  
 Error 0,14 16 0,01  
Total 0,25 26

Cuadro 12. Días a floración, en el ensayo: Efecto de la combinación Boro + Zinc, sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en la zona de Febres Cordero, Cantón Babahoyo". 2017

Tratamientos				Repeticiones			X
Nº	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.s.)	I	II	III	
T1	Boroned	0,5	15	51	51	51	51,0
T2	Ned zinc	0,5	25	53	54	52	53,0
T3	Boroned	1	15	52	52	52	52,0
T4	Ned zinc	1	25	54	54	53	53,7
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	54	51	54	53,0
T6	Boroned + Ned zinc	1 + 1	20	52	52	51	51,7
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1	20	52	52	53	52,3
T8	Boroned + Ned zinc	1 + 0,5	20	51	53	51	51,7
T9	Testigo (Fertilización convencional)	140 kg N; 80 kg P, 90 kg K	P y K al momento de la siembra y N a los 20 y 40 dds.	54	54	53	53,7

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Florac 27 0,63 0,41 1,70

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 22,00 10 2,20 2,78 0,0333  
 Trat 21,33 8 2,67 3,37 0,0185  
 Rep 0,67 2 0,33 0,42 0,6634  
 Error 12,67 16 0,79  
Total 34,67 26

Cuadro 13. Diámetro de mazorca, en el ensayo: Efecto de la combinación Boro + Zinc, sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en la zona de Febres Cordero, Cantón Babahoyo". 2017

Tratamientos				Repeticiones			X
Nº	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.s.)	I	II	III	
T1	Boroned	0,5	15	5,1	5,1	4,9	5,04
T2	Ned zinc	0,5	25	4,9	5,2	5,1	5,08
T3	Boroned	1	15	5,0	4,8	4,9	4,91
T4	Ned zinc	1	25	5,0	5,0	4,7	4,90
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	4,9	5,1	4,8	4,91
T6	Boroned + Ned zinc	1 + 1	20	4,8	5,2	5,2	5,06
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1	20	5,2	5,1	5,1	5,12
T8	Boroned + Ned zinc	1 + 0,5	20	5,1	5	4,9	5,00
T9	Testigo (Fertilización convencional)	140 kg N; 80 kg P, 90 kg K	P y K al momento de la siembra y N a los 20 y 40 dds.	4,7	4,7	4,8	4,73

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Diame 27 0,56 0,29 2,77

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 0,39 10 0,04 2,04 0,0975  
 Trat 0,35 8 0,04 2,32 0,0726  
 Rep 0,04 2 0,02 0,96 0,4053  
 Error 0,30 16 0,02  
Total 0,69 26

Cuadro 14. Longitud de mazorca, en el ensayo: Efecto de la combinación Boro + Zinc, sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en la zona de Febres Cordero, Cantón Babahoyo". 2017

Tratamientos				Repeticiones			X
Nº	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.s.)	I	II	III	
T1	Boroned	0,5	15	20,5	19,0	17,5	18,98
T2	Ned zinc	0,5	25	17,9	19,0	18,0	18,29
T3	Boroned	1	15	17,1	18,9	17,5	17,82
T4	Ned zinc	1	25	17,7	18,8	17,6	18,03
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	15,4	18,0	17,4	16,93
T6	Boroned + Ned zinc	1 + 1	20	20,4	18,5	18,6	19,16
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1	20	18,2	17,7	15,7	17,23
T8	Boroned + Ned zinc	1 + 0,5	20	17,6	17,5	18,4	17,83
T9	Testigo (Fertilización convencional)	140 kg N; 80 kg P, 90 kg K	P y K al momento de la siembra y N a los 20 y 40 dds.	17,4	16,9	14,8	16,37

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Long 27 0,59 0,34 5,78

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 24,96 10 2,50 2,35 0,0618  
 Trat 20,27 8 2,53 2,38 0,0663  
 Rep 4,69 2 2,35 2,21 0,1423  
 Error 17,01 16 1,06  
Total 41,97 26

Cuadro 15. Número de granos por mazorca, en el ensayo: Efecto de la combinación Boro + Zinc, sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en la zona de Febres Cordero, Cantón Babahoyo". 2017

Tratamientos				Repeticiones			X
Nº	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.s.)	I	II	III	
T1	Boroned	0,5	15	501	571	457	509,5
T2	Ned zinc	0,5	25	558	553	542	550,9
T3	Boroned	1	15	565	518	498	526,9
T4	Ned zinc	1	25	556	494	493	514,5
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	462	404	453	439,5
T6	Boroned + Ned zinc	1 + 1	20	596	515	600	570,4
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1	20	554	537	527	539,3
T8	Boroned + Ned zinc	1 + 0,5	20	521	543	539	534,3
T9	Testigo (Fertilización convencional)	140 kg N; 80 kg P, 90 kg K	P y K al momento de la siembra y N a los 20 y 40 dds.	497	485	523	501,7

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Granos/maz 27 0,68 0,47 6,29

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 35651,26 10 3565,13 3,33 0,0159  
 Trat 33135,41 8 4141,93 3,86 0,0103  
 Rep 2515,85 2 1257,93 1,17 0,3345  
 Error 17150,81 16 1071,93  
Total 52802,07 26

Cuadro 16. Relación grano - tuza, en el ensayo: Efecto de la combinación Boro + Zinc, sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en la zona de Febres Cordero, Cantón Babahoyo". 2017

Tratamientos				Repeticiones			X
Nº	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.s.)	I	II	III	
T1	Boroned	0,5	15	8,19	8,15	8,15	8,16
T2	Ned zinc	0,5	25	7,14	7,15	7,15	7,15
T3	Boroned	1	15	7,14	7,14	7,15	7,14
T4	Ned zinc	1	25	7,15	7,14	7,14	7,14
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	7,17	7,14	7,14	7,15
T6	Boroned + Ned zinc	1 + 1	20	8,17	8,14	8,16	8,16
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1	20	8,16	8,15	8,16	8,16
T8	Boroned + Ned zinc	1 + 0,5	20	8,17	8,16	8,16	8,16
T9	Testigo (Fertilización convencional)	140 kg N; 80 kg P, 90 kg K	P y K al momento de la siembra y N a los 20 y 40 dds.	6,13	6,14	6,13	6,13

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Relac grano - tuza 27 0,64 0,41 7,07

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 3,2E-03 10 3,2E-04 2,80 0,0325  
 Trat 2,5E-03 8 3,1E-04 2,70 0,0431  
 Rep 7,2E-04 2 3,6E-04 3,17 0,0694  
 Error 1,8E-03 16 1,1E-04  
Total 5,0E-03 26

Cuadro 17. Peso de 1000 granos, en el ensayo: Efecto de la combinación Boro + Zinc, sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en la zona de Febres Cordero, Cantón Babahoyo". 2017

Tratamientos				Repeticiones			X
Nº	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.s.)	I	II	III	
T1	Boroned	0,5	15	382,3	381,3	354,7	372,8
T2	Ned zinc	0,5	25	396,8	365,7	330,2	364,2
T3	Boroned	1	15	342,8	370,3	381,1	364,7
T4	Ned zinc	1	25	312,7	381,4	340,8	345,0
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	331,8	321,8	391,4	348,3
T6	Boroned + Ned zinc	1 + 1	20	367,5	334,5	362,6	354,9
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1	20	370,9	401,9	381,5	384,8
T8	Boroned + Ned zinc	1 + 0,5	20	356,8	343,6	367,1	355,8
T9	Testigo (Fertilización convencional)	140 kg N; 80 kg P, 90 kg K	P y K al momento de la siembra y N a los 20 y 40 dds.	324,7	345,4	325,7	331,9

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Peso 1000 granos 27 0,38 0,00 7,04

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 6152,01 10 615,20 0,97 0,5044  
 Trat 5927,93 8 740,99 1,17 0,3758  
 Rep 224,08 2 112,04 0,18 0,8399  
 Error 10165,72 16 635,36  
Total 16317,73 26

Cuadro 18. Rendimiento (kg/ha), en el ensayo: Efecto de la combinación Boro + Zinc, sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en la zona de Febres Cordero, Cantón Babahoyo". 2017

Tratamientos				Repeticiones			X
Nº	Productos	Dosis L/ha	Época de aplicación (d.d.s.)	I	II	III	
T1	Boroned	0,5	15	5957,6	6135,8	6085,2	6059,5
T2	Ned zinc	0,5	25	5475,8	6217,2	5695,8	5796,3
T3	Boroned	1	15	5423,6	6120,4	5436,2	5660,1
T4	Ned zinc	1	25	4978,6	5086,4	4439,6	4834,9
T5	Boroned + Ned zinc	0,5 + 0,5	20	6602,2	6558,2	5662,8	6274,4
T6	Boroned + Ned zinc	1 + 1	20	5799,2	6091,8	5904,8	5931,9
T7	Boroned + Ned zinc	0,5 + 1	20	5506,6	6278,8	5029,2	5604,9
T8	Boroned + Ned zinc	1 + 0,5	20	5345,6	5367,9	5432,5	5382,0
T9	Testigo (Fertilización convencional)	140 kg N; 80 kg P, 90 kg K	P y K al momento de la siembra y N a los 20 y 40 dds.	4879,6	4789,7	4689,2	4786,2

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Rend 27 0,85 0,76 5,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 7374281,51 10 737428,15 9,41 0,0001  
 Trat 6339159,29 8 792394,91 10,12 0,0001  
 Rep 1035122,22 2 517561,11 6,61 0,0081  
 Error 1253239,41 16 78327,46  
Total 8627520,92 26

## Fotografías



Fig 1. Trazado del terreno.



Fig 2. Preparación del terreno.



Fig 2. Riego de parcelas.



Fig 4. Siembra de unidades experimentales.



Fig 5. Riego complementario.



Fig 9. Evaluación de mazorcas.



Fig 10. Evaluación de altura de planta.

## Resultados de análisis foliar



### LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y PLANTAS "SALBRA"

Mocache Los Ríos, Malecón y primero de Agosto. Telf. 052707012.  
Cel.0988986645  
Babahoyo Los Ríos, Km 1 vía Babahoyo-Montalvo (sector la Aventura)

RUC: 0200656999001



### RESULTADOS DE HOJAS

<b>PROPIETARIO</b> Egdo. Nelson Anchundia	<b>Hacienda:</b>		<b>FECHA ENTREGA:</b> 10 de Noviembre del 2017	<b>CULTIVO:</b> Maiz - Tesis
	<b>Localidad:</b> Pueblo Nuevo <b>Cantón:</b> Babahoyo <b>Provincia:</b> Los Ríos			

Identificación de la muestra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
	%					mg/kg (ppm)					
T 7	1.84	0.23	2.48	0.35	0.33	18	8.5	14	7.73	171	187.2
T 8	1.83	0.26	2.69	0.36	0.34	17	6.8	15	6.89	131	185.0
T 9	1.85	0.29	2.27	0.37	0.32	17	6.0	16	7.51	128	172.1
<b>Nivel adecuado</b>	2.70 3.25	0.25 0.35	1.75 2.25	0.25 0.40	0.25 0.40	0.16 0.20	15 20	15 20	6.0 20.0	50 250	50 150

Método Empleado: Digestión por vía húmeda con ácido sulfúrico más óxido de selenio.



\_\_\_\_\_  
Javier Saltos Moncayo Ing. Agr. Mg.Sc. del suelo  
Responsable

## Resultados de análisis foliar



### LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y PLANTAS "SALBRA"

Mocache Los Ríos, Malecón y primero de Agosto. Telf. 052707012.  
Cel. 0988986645  
Babahoyo Los Ríos, Km 1 vía Babahoyo-Montalvo (sector la Aventura)



RUC: 020065699001

### RESULTADOS DE HOJAS

<b>PROPIETARIO</b> Egdo. Nelson Anchundia	<b>Hacienda:</b>	<b>FECHA ENTREGA:</b> 10 de Noviembre del 2017	<b>CULTIVO:</b> Maíz - Tesis
	<b>Localidad:</b> Pueblo Nuevo <b>Cantón:</b> Babahoyo <b>Provincia:</b> Los Ríos		

Identificación de la muestra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
	%					mg/kg (ppm)					
T 3	2.11	0.28	3.06	0.35	0.32	15	9.1	14	7.73	171	187.2
T 4	2.04	0.29	2.75	0.36	0.33	16	8.0	15	6.89	131	185.0
T 5	1.88	0.27	3.08	0.36	0.34	17	7.9	16	7.21	128	174.5
T 6	1.87	0.26	2.59	0.35	0.33	17	6.2	16	8.01	130	169.3
<b>Nivel adecuado</b>	<b>2.70</b>	<b>0.25</b>	<b>1.75</b>	<b>0.25</b>	<b>0.25</b>	<b>0.16</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>6.0</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
	<b>3.25</b>	<b>0.35</b>	<b>2.25</b>	<b>0.40</b>	<b>0.40</b>	<b>0.20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20.0</b>	<b>250</b>	<b>150</b>

Método Empleado: Digestión por vía húmeda con ácido sulfúrico más óxido de selenio.

Javier Saltos Moncayo Ing. Agr. Mg.Sc. del suelo  
Responsable