



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACION

Trabajo Experimental Presentado al H. Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Efectos del Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Las Delicias, del cantón de Simón Bolívar, Provincia Guayas”

AUTOR:

Sergio Javier Arzube Alvarado

TUTOR:

Ing. Agr. Nessar Rojas Jorgge, MSc.

BABAHOYO – LOS RIOS – ECUADOR

2020



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACION

Trabajo Experimental Presentado al H. Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

“Efectos del Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Las Delicias, del cantón de Simón Bolívar, Provincia Guayas”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Mg. Sc.

PRESIDENTE

Ing. Carlos Castro Arteaga MSc.

PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Dario Dueñas Alvarado, MBA

SEGUNDO VOCAL

Los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas en el presente trabajo pertenecen de manera única exclusiva al autor.

Sergio Javier Arzube Alvarado

AGRADECIMIENTOS

- Le agradezco a DIOS por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizaje, experiencia y sobre todo felicidad.
- Le doy gracias a mi madre Otilia Alvarado Quinto por ser un pilar fundamental en todo momento, por los valores que me ha inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo, por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.
- También agradezco a mis hijas quienes son mi motivación de seguir superándome en todo momento Alison, Mayerli, Ashley Arzube. A mis amigos que siempre han estado apoyándome y a una persona muy especial en mi vida que siempre ha sido mi apoyo en todo momento Dayana Rodríguez y con su colaboración he podido lograr muchos objetivos junto a ella.
- Agradezco de manera muy especial por su esfuerzo, dedicación, colaboración y sabiduría por ser un profesional de éxito, al Ing. Nessar Rojas Jorgge y al Ing. Eduardo Colina Navarrete.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

También a una persona muy especial mi abuelo, José Alvarado que no se encuentra al entorno de nosotros, pero sé que donde este él siempre me está guiando y cuidándome.

AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIA	v
CONTENIDO DE TABLAS	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. Objetivos.....	3
II. MARCO TEORICO	4
3.2. Material de siembra	17
3.3. Variables Estudiadas.....	18
3.4. Métodos	18
3.5. Tratamientos.....	18
3.6. Diseño experimental y análisis funcional.....	18
3.7. Manejo del Ensayo.....	19
3.8. Datos Evaluados.....	22
IV. RESULTADOS.....	24
V. CONCLUSIONES.....	35
VI. RECOMENDACIONES.....	36
VII. RESUMEN	37
VIII. SUMMARY	38
IX. LITERATURA CITADA	39
APENDICES.....	43

Tabla 1. Altura de planta con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.	24
Tabla 2. Altura de inserción con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.	25
Tabla 3. Días a floración con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.	26
Tabla 4. Días a cosecha con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.	27
Tabla 5. Diámetro de mazorcas con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.	28
Tabla 6. Longitud de mazorcas con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.	29
Tabla 7. Numero de granos con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.	30
Tabla 8. Peso de 100 granos con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.	31
Tabla 9. Rendimiento por hectárea con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.	32
Tabla 10. Productividad Parcial por nutriente con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.....	33
Tabla 11. Análisis económico de los tratamientos. Simón Bolívar, 2020.	34

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 (MAGAP 2016).

En el Ecuador, el cultivo de maíz duro representa uno de los más importantes para salvaguardar la seguridad alimentaria de sus habitantes (tanto para el consumo humano, así como para el consumo animal a través de balanceados). Además, el cultivo contribuye con el 2 % del PIB agrícola nacional, involucrando alrededor de cien mil familias en la actividad productiva (ESPAC 2017).

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, con un rendimiento promedio entre 6 a 8 t/ha¹.

Dentro del manejo tecnológico de los híbridos, es importante la aplicación de un programa de fertilización mineral completa, balanceado y oportuno, para lo cual se requiere de un análisis de suelo y foliar, así como también, pruebas experimentales que den pautas sobre las complejas interacciones que ocurren en el suelo. Así, debido a los problemas de materia orgánica, es conveniente que la nutrición mineral se complemente con la parte orgánica y biológica que permita maximizar los rendimientos del grano y la calidad de la cosecha.

¹ Fuente: Programa SIPA (2018). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Disponible: www.sipa.gob.ec.

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.

El Calcio es un nutriente que está asociado a la síntesis de componente de estructura de la planta en la forma de pectato de calcio. La demanda de este nutriente es lineal a lo largo de todo el ciclo, puesto que la planta la utiliza durante la etapa de crecimiento radicular, durante la etapa de crecimiento vegetativo, durante la floración y finalmente durante la etapa de crecimiento del fruto. Es decir, cumple un rol muy importante en todos los órganos en activos crecimiento, manifestándose más claramente durante la etapa de desarrollo inicial de raíces. Es fundamental en el balance hormonal: El calcio es conocido como nutriente anti estrés, ante la deficiencia de la planta altera su comportamiento hormonal, acelerándose los procesos de degradación de tejidos. Esto se traduce en menos duración del ciclo del cultivo (Tejerina 2019).

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 (Ventimiglia 2015).

En el cantón Simón Bolívar, el cultivo del maíz está expuesto a la incidencia de un sin número de problemas de origen edáfico, los que pueden causar pérdidas económicas al productor, para tal efecto ellos aplican una gran cantidad de productos fertilizantes de variada eficiencia, desconociendo la existencia de

productos alternativos, que ayudarían a la disminución de la utilización de fertilizantes convencionales, los cuales generan problemas de tipo económico, social y ambiental.

La mala utilización y dependencia de los fertilizantes químicos, en la zona sumada a las malas prácticas agronómicas, han hecho que los suelos se estén degradando rápidamente, existiendo una problemática de actualidad muy grande para el sector.

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

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de Zinc, Calcio y Boro, en aplicación foliar sobre la producción maíz en el cantón Simón Bolívar.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a. Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz a la aplicación de zinc, calcio y boro.
- b. Identificar la mejor dosis sobre el aumento del rendimiento del grano de maíz.
- c. Realizar el análisis económico en relación con el beneficio/costo.

II. MARCO TEORICO

2.1. El cultivo de maíz

El maíz o *Zea mays* es un cereal, una planta gramínea americana, que se caracteriza por tener tallos largos y macizos, al final de los cuales se dan espigas o mazorcas (inflorescencias femeninas), con sus semillas o granos de maíz dispuestos a lo largo de su eje. Se trata de una fuente alimenticia sumamente popular, sobre todo en el continente americano. Se emplea también como alimento para animales y como insumo para la obtención de biocombustibles (Uriarte 2020).

El maíz es un cultivo muy remoto de unos 7 000 años de antigüedad, de origen indio que se cultivaba por las zonas de México y América central. Hoy día su cultivo está muy difundido por todo el resto de países y en especial en toda Europa donde ocupa una posición muy elevada. EEUU es otro de los países que destaca por su alta concentración en el cultivo de maíz. Su origen no está muy claro pero se considera que pertenece a un cultivo de la zona de México, pues sus hallazgos más antiguos se encontraron allí. La planta del maíz es de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual (Infoagro 2019).

El origen del maíz es netamente americano, pero el punto exacto donde se domesticó es incierto aún. Algunos expertos creen que la domesticación se logró en el Valle de Tehuacán, México, siendo la caverna Guilá Naquitz, ubicada en el estado mexicano de Oaxaca, uno de los sitios en donde se han encontrado las evidencias más antiguas del proceso de domesticación. De cualquier modo, la

planta se cultiva en América desde hace 7,500-12,000 años, más o menos, a partir de un pariente cercano. Tolera una amplia gama de climas: húmedos, cálidos, templados, etcétera, y es un cultivo importante en muchas regiones del mundo, puesto que ya es habitual en lugares de donde no es nativo. Aun así, no tolera bien el frío, por lo que los agricultores tienen que prever las condiciones idóneas para su crecimiento (Bioenciclopedia 2018).

El cultivo del maíz tuvo su origen, con toda probabilidad, en América Central, especialmente en México, de donde se difundió hacia el norte hasta el Canadá y hacia el sur hasta la Argentina. La evidencia más antigua de la existencia del maíz, de unos 7 000 años de antigüedad, ha sido encontrada por arqueólogos en el valle de Tehuacán (México) pero es posible que hubiese otros centros secundarios de origen en América. Este cereal era un artículo esencial en las civilizaciones maya y azteca (FAO 2014).

La Producción de Maíz del año 2018 fue de 1,120.46 millones de toneladas. Los 1,099.19 millones de toneladas estimados para este año podrían significar una reducción de 21.28 millones de toneladas o 1,90 % en la producción de maíz alrededor del mundo. Estados Unidos, China, Brasil, Unión Europea y Argentina, son los principales productores (Micolucci 2019).

El cultivo de maíz ha sido constante los últimos años, durante el 2018, en Ecuador se produjeron cerca de 1,2 millones de toneladas de maíz en las más de 200 000 hectáreas sembradas en el país, de acuerdo con estadísticas de la Corporación Tierra Fértil. La producción se ha mantenido en cifras constantes durante los últimos tres años, con repuntes en Loja, Los Ríos y Santa Elena. El

rendimiento del cultivo de maíz duro seco (con 13 % de humedad y 1 % de impureza) fue de 5,51 t/ha. El Oro fue la provincia que superó el promedio nacional con 7,63 t/ha, mientras que la de menor rendimiento fue Guayas con 4,50 t/ha. Las más comunes fueron Dekalb 7088 (17 %), Trueno NB 7443 (16 %) y Somma 105 (14 %) (Castillo 2018).

2.2. Fertilización en maíz

La meta de cualquier agricultor es obtener altos rendimientos del cultivo de maíz, y hay varios factores agronómicos que puedan influenciar en el resultado, muchos pueden ser manipulados por el agricultor mismo conociendo las condiciones de suelo y clima. Para obtener altos rendimientos, el enfoque debe de estar en aumentar la cantidad de granos por mazorca y aumentar el peso de cada grano. Para aumentar la calidad y el rendimiento del maíz cada nutriente tiene un efecto importante en la nutrición del cultivo (Yara 2019).

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 maíz debe lograr un óptimo estado fisiológico en floración: cobertura total del suelo y alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa. La adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente a partir del momento en que estos son requeridos en mayores cantidades. Los nutrientes disponibles generalmente limitan la producción, siendo necesario conocer los requerimientos del cultivo y la oferta del suelo para determinar las necesidades de fertilización (Syngenta 2019).

El manejo nutricional es uno de los pilares fundamentales para optimizar el resultado de los sistemas de explotación de maíz. Sin embargo, a nivel de establecimiento agropecuario, la fertilización representa una tecnología más que debe ser integrada dentro del proceso de producción. Es muy importante que las estrategias de fertilización se definan a nivel de lote. Cada lote posee características intrínsecas provenientes de la interacción compleja y el efecto del clima local. Dentro de este esquema, el rendimiento esperado es el factor determinante de todo el programa de fertilización (Melgar y Torres 2010).

La fertilización química es una práctica agronómica común en el cultivo del maíz; una carencia nutricional puede reducir entre 10 y 30 % el rendimiento, antes de que aparezcan síntomas claros de la deficiencia. La inversión en la fertilización del maíz representa aproximadamente el 30 % de los costos de la producción de las áreas con riego y hasta el 60 % en áreas de secano, la que reduce las utilidades de los agricultores e influye en la degradación de la fertilidad del suelo (Lafitte 2014).

De acuerdo a Bautista *et al.* (2002:10): «La fertilización foliar es una alternativa complementaria a fertilización edáfica, para incrementar los rendimientos de cultivos por la aportación de macro y micronutrientes que son rápidamente asimilables durante el desarrollo del maíz».

El cultivo de *Zea mays* L. tiene demandas nutricionales altas, especialmente de nitrógeno (N), potasio (K) y fósforo (P), nutrientes esenciales de la mayoría de fertilizantes químicos, en forma individual o combinados en fórmulas. Además de N, P y K, las plantas necesitan

de otros elementos del suelo, requeridos en menor proporción como calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) y los denominados micronutrientes componentes de abonos foliares (Bunja 2000).

En cuanto a la nutrición mineral del maíz, la demanda de nutrientes varía proporcionalmente con los niveles de producción logrados. La exportación de nutrientes se relaciona con el índice de cosecha nutricional, relación entre contenido en granos y los requerimientos totales. Este índice es alto para nitrógeno (N) y fósforo (P), intermedio para azufre (S) y potasio (K) y muy bajo para calcio (Ca) y magnesio (Mg). La eficiente fertilización del maíz debe contemplar aspectos de manejo como cultivo antecesor y densidad de siembra. La recomendación de la fertilización debe considerar la oferta de nutrientes disponibles para el cultivo y el rendimiento esperado (Fontanetto y Keller 2006).

Un programa de fertilización balanceada, que incluya la aplicación de N, P y S, es esencial para optimizar el rendimiento del cultivo, incrementar la rentabilidad y mejorar la eficiencia de uso de los nutrientes (provenientes del suelo y del fertilizante) por parte del cultivo, minimizando el impacto sobre el ambiente. La adopción de las mejores prácticas de manejo (MPM) para el uso de los fertilizantes es necesaria para incrementar y estabilizar los rendimientos y promover la sustentabilidad de la producción agropecuaria (Ciampitti, Boxler y García 2010).

La aplicación de las cantidades adecuadas de nutrientes es un aspecto clave en el incremento de la producción del maíz.

Numerosos estudios sobre fertilización en el cultivo de maíz fueron realizados en suelos de mediana a buena fertilidad. En la actualidad, las recomendaciones de fertilización utilizadas por los agricultores en los suelos son muy generales y en algunos casos no se relacionan con los requerimientos de nutrientes del cultivo y la disponibilidad en el suelo, dando lugar a un uso desequilibrado e ineficiente de los fertilizantes y a elevados costos de producción (Bernal, Navas y Hernández 2014).

El manejo eficiente de la fertilización de cualquier cultivo, se basa en el conocimiento adecuado de las diferentes etapas del crecimiento durante el ciclo de vida. Las características de estas etapas, están determinadas por la constitución genética de la planta, las condiciones climáticas y edáficas del entorno. Para el manejo de la fertilización, es importante conocer la tasa de crecimiento de la planta y la dinámica de acumulación de los nutrientes esenciales en las diversas etapas del ciclo de vida del cultivo (Vidal *et al.* 2016).

La aplicación foliar de nutrimentos es una ventaja cuando hay limitaciones para consumo de nutrientes por las raíces bajo condiciones adversas de agua, temperatura y deficiencia de oxígeno, así mismo, la aplicación de fertilizantes ya sea al suelo o foliarmente, de manera inmediata, permite disminuir los efectos desfavorables lo que favorece la recuperación en los rendimientos de las plantas (Romheld y El Fouly 2002).

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias

nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo. De aquí, que la fertilización foliar para ciertos nutrimentos y cultivos, bajo ciertas etapas del desarrollo de la planta y del medio, sea ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica (Trinidad y Aguilar 2000).

Actualmente se sabe que la fertilización foliar puede contribuir en la calidad y en el incremento de los rendimientos de las cosechas, y que muchos problemas de fertilización al suelo se pueden resolver fácilmente mediante la fertilización foliar. Se reconoce, que la absorción de los nutrimentos a través de las hojas no es la forma normal (Fregoni 2008).

La fertilización foliar puede ser útil para varios propósitos tomando en consideración que es una práctica que permite la incorporación inmediata de los elementos esenciales en los metabolitos que se están generando en el proceso de fotosíntesis. Algunos de estos propósitos como: corregir deficiencias nutrimentales, abastecer de nutrimentos a la planta que se retienen o se fijan en el suelo, mejorar la calidad del producto, acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta, y respaldar o reforzar la fertilización edáfica para optimizar el rendimiento de una cosecha (Giskin *et al.* 2014).

La fertilización foliar ha despertado un creciente interés en productores y asesores, debido a la aparición de casos en los que ha permitido corregir deficiencias nutrimentales de las plantas, promover un buen desarrollo de los cultivos, y mejorar el rendimiento y la calidad del producto cosechado. Algunas condiciones de cultivo favorecen la aparición de respuesta, como la remoción de microelementos a través de secuencias agrícolas que ya suman muchos años, fertilizantes tradicionales con mayor pureza, carencias inducidas por alta fertilización con NPS y menor contenido de elementos menores, a la vez de una demanda incrementada por mayores rendimientos (Ferraris, Couretot y Ponsa 2008).

2.3. Fertilización con Calcio, Zinc y Boro.

Según lo manifestado por Ospina (2015:10): «El Zinc, junto con el nitrógeno promueve el crecimiento de las plantas, es un activador enzimático, cataliza reacciones en la respiración, síntesis de clorofila, proteínas y reguladores de crecimiento».

La deficiencia de Zn en maíz ha comenzado a observarse desde hace algunos años y, por sus características se la puede definir como deficiencia de oportunidad. En estudios realizados sobre cultivos de campo, los valores de concentración del elemento en hoja estuvieron cercanos a los críticos o ligeramente por encima de ellos. Así mismo se constató la existencia de una correlación positiva entre el rendimiento de cultivo y la concentración de Zn en hoja (Ratto 2011).

En los suelos es frecuente la deficiencia de zinc (Zn), en el cultivo de maíz por la baja disponibilidad natural de este nutriente y

con la incorporación de la fertilización basado con Zn incrementa los rendimientos significativamente. Por otro lado, la deficiencia de Zn en maíz también puede ser inducida o agravada por la fertilización con P, a través de la inhibición en la absorción del Zn por enriquecimiento del P soluble o mediante la reducción en el transporte a larga distancia dentro de la planta, lo cual genera antagonismo nutricional entre el P y el Zn (Espósito *et al.* 2010).

En maíz y para el Zn, es frecuente la aparición de deficiencias en las primeras semanas del cultivo. Se manifiesta en plantas jóvenes, con un color amarillento de la lámina entre nervaduras. Los síntomas de deficiencia generalmente aparecen en la segunda o tercera semana del ciclo, y la característica es su corta duración pueden estar presente desde pocos días a un par de semanas, para luego desaparecer por completo. La aplicación de distintos fertilizantes foliares conteniendo Zn, ha revertido en todas las situaciones las sintomatologías de deficiencias (Ratto y Miguez 2006).

El Boro, interviene en la síntesis de la pared celular dándole rigidez a los tejidos. Así mismo, permite la translocación de azúcares en los procesos de fructificación, favorece el crecimiento del tubo polínico, ayuda en la fertilidad del polen y a la formación de flores y raíces (Ospina 2015).

El B es uno de los micronutrientes que provoca deficiencias frecuentes en cultivos como el maíz. En plantaciones intensivas de producción de maíz con altos niveles de fertilización con nitrógeno, fósforo y azufre, y a veces con riego complementario, los niveles frecuentemente subóptimos de B en el suelo, podrían limitar la expresión del rendimiento de los híbridos de maíz de alto potencial, y

determinar aumentos de la producción, por el agregado del micronutriente (Melgar *et al.* 2001).

La deficiencia de boro (B) conlleva una clorosis general de hojas jóvenes con brillo característico del follaje. Las hojas nuevas se distorsionan con muerte de los puntos de crecimiento y botones florales. Amarillamiento de los extremos de las hojas maduras que gradualmente se extiende por los márgenes, y los nervios principales se tornan color marrón, síntoma que es claramente visible al poner la hoja a contraluz. Tratamiento: aplicaciones al suelo de 1-2 kg/ha de Boro o aplicaciones foliares al 0,05 % en Boro (Infoagro 2017).

La absorción del boro por las plantas es controlada por el nivel del boro en la solución del suelo, más que por el contenido total de boro en el suelo. La absorción del boro por las plantas es un proceso pasivo (no- metabólico). El boro se mueve con el agua en los tejidos de la planta y se acumula en las hojas. Por lo tanto, la absorción y la acumulación del boro dependen directamente de la tasa de transpiración (SMART FERTILIZER MANAGEMENT 2016)

El Calcio es un elemento estructural en las plantas, además, participa en la división y extensión celular. El Calcio (Ca) es un elemento relativamente abundante en el ambiente. Sin embargo, por estar presente bajo formas químicas de baja solubilidad, la disponibilidad del elemento en la solución del suelo es baja. El Calcio tiene un efecto moderador de los efectos de la salinidad y especialmente del sodio en el suelo y en la planta. La mayor actividad de calcio y otros cationes en suelos con sodio, reducen los efectos tóxicos de este elemento en las plantas. La deficiencia de calcio se

presenta como tejido no desarrollado o necrótico (Agrytec 2011).

El calcio es necesario para el crecimiento de las plantas y es requerido en la elongación y división celular, Es un elemento que fortalece la resistencia de los todos al ataque de patógenos. Participa en la formación de nuevas hojas flores, raíces y frutos jóvenes. El Calcio es también esencial para el sistema hormonal de las plantas (Fagro 2012).

2.4. Investigación en uso de Calcio, Boro y Zinc

Los trabajos realizados por Anchundia (2018:38): «Para determinar los efectos de Boro y Zinc en el incremento del rendimiento del maíz, con los productos Boroned y Ned zinc en diferentes dosis, mostraron 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. El boro tendió a incrementar el contenido foliar pero sus valores fueron inferior al nivel adecuado. El zinc no incrementó porque al parecer el suelo tuvo un contenido importante para el desarrollo del maíz».

La investigación realizada por Baquerizo (2019:14): «Demostró que al aplicar dos niveles de fertilización a base de Boro y Magnesio en diferentes estados presente al ciclo del maíz utilizando una fertilización para mejorar la productividad, calidad y rentabilidad del cultivo concluyó que el tratamiento Boroned/ha 1,2 l/ha presentó agrónomicamente la mayor longitud de mazorca, días a floración y peso de cien semillas. Con los tratamientos EcoMagnesio 0,4 l/ha y 0,8 l/ha se obtuvo la mayor longitud de mazorca y rendimiento de grano; La Interacción 0,6 l/ha Boroned + 0,4 l/ha EcoMagnesio presentó la mayor circunferencia de mazorca, longitud de mazorca y peso de 100 semillas».

En su investigación Cordero (2017:39): «Concluyó que el tratamiento seis (calcio 6 ml y Magnesio 4 ml) presentó los mayores promedios en todas las

variables agronómicas estudiadas obteniendo una mejor planta y un excelente rendimiento. El mejor beneficio bruto lo presentaron los tratamiento seis (calcio 6 ml y Magnesio 4 ml) y nueve (calcio 9 ml y Magnesio 4 ml) con USD 1495 y 1419 en su orden».

La investigación desarrollada por Díaz (2019:38): «Determinó que los fertilizantes foliares aplicados en el tratamiento T11 con dosis de 0,75 + 0,75 + 0,75 l/ha (NP + NVP + MG), mostro los mayores promedios en las variables altura de planta y diámetro de la mazorca. En el factor número de granos por mazorca el tratamiento T7 con una dosis de 0,75 + 0,75 l/ha (NVP + MG), obtuvo el mayor número de granos, con 578,13. Con respecto a las variables altura de inserción de mazorca, longitud de mazorca y rendimiento por hectárea el tratamiento 2 en dosis de 1 + 1 l/ha (NP + GM), mostro los mayores promedios».

En su investigación realizada Veas (2019:45): «Determinó que los resultados demuestran que el mayor rendimiento de grano se obtuvo en el híbrido ADV-9313 sembrado a 62 500 plantas/ha y fertilizado con el Programa 1 (160 kg/ha N, 30 kg/ha P, 90 kg/ha K, 30 kg/ha S, 20 kg/ha Mg, 3 kg/ha Zn, 2 kg/ha B) con 10166,67 kg/ha. además, el mismo material mostró la mayor utilidad y beneficio neto. La eficiencia agronómica demuestra que el DK-76508 sembrado a 95 238 plantas/ha y fertilizado con el Programa 1 (Folizyme GA 1,0 L/ha + Rood Feed 1,0 L/ha), tuvo la mejor tasa de asimilación».

2.5. Productos

SETT es un fertilizante líquido que contiene en su formulación una concentración de 8 % de Calcio y 0,5 % de boro y cofactores de crecimiento. Permite una mayor retención de flores y frutos, aumentando su tamaño. Fortaleza y aumenta las paredes celulares de los cultivos, especialmente de los órganos de almacenamiento de azúcares (Stoller 2018).

KEYLATE ZINC Es un fertilizante líquido que contiene nutrientes quelatizados y ácidos carboxílicos. La quelatización de los nutrientes mejora la eficiencia del fertilizante, asegurando su disponibilidad para la planta. Puede ser aplicado vía foliar o a la madera en receso invernal, siendo mayor su absorción y movilidad en la planta. Puede ser aplicado vía riego aumentando su disponibilidad inmediata para la absorción radicular. Tiene un 7 % de Zinc y 3 % de Azufre (Stoller 2019).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de la finca Las Delicias propiedad de la Sra. Sonia Briones, en el cantón Simón Bolívar – Guayas. Las coordenadas UTM son 679311 E y 9778615 N, con una altura de 17 msnm²

La zona tiene un clima tropical, con una temperatura media anual de 24,7 °C, precipitación anual 1 815 mm, humedad relativa de 84 %³. El suelo es profundo de textura arcillosa, drenaje y fertilidad regular⁴.

3.2. Material de siembra

Se empleó como material de siembra el híbrido de maíz NS-70 (Nidera semillas), cuyas características agronómicas son⁵:

Tipo de híbrido:	Triple
Ciclo vegetativo:	120 días
Días a la floración:	52 – 53 días
Altura de la planta:	2,50 m
Altura de inserción de la mazorca:	1,20 m
Longitud de la mazorca:	18,5 cm
Número de hileras por mazorca:	14 – 18
Acame de raíz y tallo:	Resistente
Tolera enfermedades como:	Curvularia, Mancha de asfalto, Cinta roja.
Color de grano:	Amarillo anaranjado
Rendimiento:	9195,5 kg/ha

² Fuente: Datos tomados de anuario Instituto Geográfico Militar, 2018.

³ Fuente: Datos obtenidos de la estación Meteorológica INAHMI-Milagro, 2017.

⁴ Fuente: Mapa de suelos SECS, 2017

⁵ Fuente: www.nidera.com

3.3. Variables Estudiadas

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del cultivo de maíz.

Variable independiente: Dosis de zinc, calcio y boro en el cultivo.

3.4. Métodos

Para realizar la presente investigación se utilizó los métodos Inductivo-Deductivo, Deductivo-Inductivo y Experimental.

3.5. Tratamientos

Los tratamientos se describen a continuación:

Cuadro 1. Tratamientos Estudiados. Simón Bolívar, 2020.

Nº	Tratamientos	l/ha	Épocas de aplicación D.D.S
T1	Sett + KEYLATE ZINC	0,5 + 0,5	25-40
T2	Sett + KEYLATE ZINC	1,0 +0,5	25-40
T3	Sett + KEYLATE ZINC	0,5 + 0,75	25-40
T4	Sett + KEYLATE ZINC	1,0 +0,75	25-40
T5	Sett + KEYLATE ZINC	0,5 + 1,0	25-40
T6	Sett + KEYLATE ZINC	1,0 + 1,0	25-40
T7	Testigo Fertilización	N.A.	-----
T8	Testigo Agricultor	N.A.	-----

* N.A.: No aplica línea foliar

**d.d.s: Días después de la siembra

3.6. Diseño experimental y análisis funcional

De acuerdo con los tratamientos planteados en el presente trabajo experimental se utilizó el diseño experimental "Bloques al azar" con 8 tratamientos y 3 repeticiones.

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.6.1. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Repetición	2
Tratamiento	7
Error experimental	14
Total	23

3.7. Manejo del Ensayo.

El cultivo fue manejado de manera técnica, lo mejor posible, para lo cual se implementaron las labores agronómicas necesarias para su desarrollo.

3.7.1 Preparación del terreno

Para tener un suelo bien preparado se realizó dos pases de Rome plow y dos pases de rastra en sentido cruzado, con esto se logró una adecuada cama para la semilla.

3.7.2 Siembra

La siembra fue realizada de forma manual con un espeque, empleando para esto, un distanciamiento de siembra de 0,80 m entre hileras y 0,20 m entre plantas, colocando en cada espacio una semilla por golpe. Previo a la labor de siembra, las semillas fueron cubiertas con una solución de Thiodicarb (350 g/l) en dosis de 250 cm³ por cada 15 kg de semilla.

3.7.3 Control de malezas

Las malezas fueron controladas inmediatamente después de la siembra con la aplicación de Pendimetalin 3,0 l/ha + Atrazina 1,0 kg/ha. Cuando el cultivo cumplió los 25 días después de siembra se aplicó Nicosulfuron 16 g/ha. Cuando el cultivo cumplió 50 días para evitar la aglomeración de malezas se utilizó Paraquat en dosis de 1,5 l/ha entre calles para controlar malezas presentes. Luego a partir de 80 días se controlaron las malas hierbas manualmente con el uso de rabón.

3.7.4 Control fitosanitario

Los problemas de insectos se presentaron a partir de los 15 días después de la siembra del cultivo, para este daño inicial se aplicó Clorpirifos en dosis de 1,0 l/ha + Agral 0,3 l/ha. Cuando el cultivo cumplió los 25 días se presentó incidencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y falso medidor (*Elasmopalpus spp.*), estas plagas fueron controladas con la aplicación en mezcla de Spinetoram 0,1 l/ha + Acefato 0,5 kg/ha. A los 35 días después de la siembra se utilizó Lamda Cihalotrina (0,3 l/ha) para el control de insectos emergentes. Una última aplicación fue realizada a los 45 días después de la siembra con Diazinon 1,0 l/ha para el control de gusano del choclo (*Helicoverpa zea*).

Las enfermedades se controlaron de manera preventiva y curativa con la aplicación de Azoxystrobina + Difenconazole 0,35 l/ha (Amistap Top, 35 días después de la siembra) y posteriormente a los 45 días Epoxiconazole (Soprano) 0,8 l/ha, con la adición de Agral 0,3 l/ha.

3.7.5 Riego

El cultivo se sembró en época seca por lo que fue necesaria la aplicación de riego suplementario. Durante el desarrollo del cultivo se hicieron cuatro riegos, estos fueron a los 0, 15, 30 y 40 días después de la siembra. El sistema empleado fue por inundación a través de mangueras plásticas, con una duración de cada riego de aproximadamente dos horas.

3.7.6 Fertilización

La fertilización de base fue manejada según los requerimientos del cultivo (IPNI 2017). Para esto se estimó un programa de: 138 kg/ha N, 46 kg/ha P, 90 kg/ha K, y 24 kg/ha S. Las aplicaciones de micronutrientes se realizaron con productos foliares.

Como fuentes de los fertilizantes aplicados se empleó: Urea (46 % N), Cloruro de potasio (60 %K₂O), DAP (18 %N - 46 %P₂O₅) y Sulfato de Amonio (21%N – 24%S). La distribución de las diferentes dosis se ejecutó colocando el fósforo en siembra con el 50 % del potasio. Las aplicaciones de nitrógeno fueron realizadas a los 0-25-35 días después de la siembra (20 % - 40 % - 40 %). La cantidad de potasio restante se colocó 25 días después de la siembra (50 %). Las dosis de azufre fueron puestas en las mismas fechas que las de nitrógeno.

La fertilización del testigo fue 69 kg/ha N, 23 kg/ha P, 60 kg/ha K, y 12 kg/ha S. Las aplicaciones de micronutrientes se realizaron con productos foliares. Las fuentes empeladas fueron: Urea (46 % N), Cloruro de potasio (60 %K₂O), DAP (18 %N - 46 %P₂O₅) y Sulfato de Amonio (21%N – 24%S). La distribución de las diferentes dosis fue el fósforo en siembra. Las aplicaciones de nitrógeno, potasio y azufre fueron realizadas a los 25-35 días después de la siembra (50 % - 50 %).

Los tratamientos con Sett + Keylate Zinc fueron puestos sobre el cultivo en las fechas indicadas en el cuadro de tratamientos, con la finalidad de corregir deficiencias encontradas en campo, según el ensayo.

3.7.7 Cosecha

Para la cosecha se procedió a coleccionar todas las mazorcas en cada una de las unidades experimentales de forma manual, esto ocurrió cuando los granos alcanzaron un color amarillo anaranjado.

3.8. Datos Evaluados

3.8.1 Altura de planta

La altura de planta fue tomada con un metro flexible en la cosecha del cultivo en 10 plantas al azar por tratamiento, desde el suelo hasta el punto de inserción de la panoja, registrando el valor en centímetros.

3.8.2 Altura de inserción de mazorcas

Fue medida desde el nivel del suelo, hasta el punto de inserción de la mazorca principal, en 10 plantas por unidad experimental a la cosecha, expresando el registro en centímetros.

3.8.3 Días a floración

Se colectó desde la siembra hasta cuando se logró más del 50 % de las plantas con panículas emergidas dentro de cada unidad experimental.

3.8.4 Días a la maduración

Se tomó desde el inicio de la siembra hasta cuando el cultivo tuvo el 90 % de secado del grano, en cada tratamiento.

3.8.5 Diámetro de mazorca

Fue tomado en 10 mazorcas al azar por tratamiento, midiendo el diámetro en el tercio medio de la mazorca, fue indicado en centímetros.

3.8.6 Longitud de mazorca

Fue estimado en 10 mazorcas al azar en cada unidad experimental, el registro fue hecho desde la base hasta la punta de mazorca en centímetros.

3.8.7 Número de granos por mazorca

Se estimó en 10 mazorcas de cada tratamiento, en las cuales se contaron la totalidad de sus granos viables presentes.

3.8.8 Peso de 100 granos

Se tomó pesando 100 granos por unidad experimental, siendo utilizados los granos sanos; posteriormente se pesaron en una balanza de precisión en gramos.

3.8.9 Rendimiento de grano

El rendimiento fue definido por el peso de los granos provenientes del área útil de cada unidad experimental, estos pesos fueron uniformizados al 13 % de humedad, siendo transformados a kg/ha. Se empleó la siguiente fórmula para uniformizar los pesos⁶.

$$EA = \frac{Pa(100-ha)}{(100-hd)}$$

Dónde:

Pu = Peso uniformizado

Pa= Peso actual

ha= Humedad actual

hd= Humedad deseada

3.8.10. Productividad Parcial por nutriente

Estará basado en la cantidad de nutrientes necesarios para producir una tonelada de producto final⁷. Se estima con la ecuación:

$$PPF = \frac{R}{D}$$

Donde:

PPF = Productividad parcial del factor.

R = Rendimiento de la porción cosechada del cultivo con la aplicación del nutriente.

D = Cantidad de nutriente aplicado.

⁶ Azcon-Bieto, J., Talon M. (2003). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. España. 625p.

⁷ Fuente: Snyder y Bruulsema, 2007. Nutrient use efficiency and effectiveness in North America: Indices of agronomic and environmental benefit. IPNI.

3.8.11. Análisis económico

El rendimiento de grano en kg/ha y los costos de producción, darán los valores para determinar las relaciones de beneficio y utilidad generada por los tratamientos.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

Los datos encontrados en la variable altura de planta, no mostraron significancia estadística entre ellos (Tabla 1), reportándose un coeficiente de variación de 3,16 %.

La mayor altura se alcanzó con la aplicación de Sett 0,5 l/ha + Keylate Zinc 1,0 l/ha con 279,40 cm. Menor registro de altura fue hallado en plantas tratadas con Sett 0,5 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha (263,33 cm).

Tabla 1. Altura de planta con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.

Nº	Tratamiento	Dosis l/ha	Altura Planta (cm)
T1	Sett + keylate Zinc	0,5 + 0,5	263,23
T2	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,5	274,23
T3	Sett + Keylate Zinc	0,5+ 0,75	276,20
T4	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,75	274,53
T5	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 1,0	279,40
T6	Sett + Keylate Zinc	1,0 + 1,0	266,90
T7	Testigo Fertilización	N.A.	275,30
T8	Testigo Agricultor	N.A.	266,90
Promedio general			272,09
Significancia estadística			Ns
Coeficiente de variación (%)			3,16

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

Ns: No significante

4.2. Altura de inserción de mazorcas

Los promedios de altura de inserción registrados en la Tabla 2, no mostraron significancia estadística entre los tratamientos en la evaluación realizada, obteniendo un coeficiente de variación de 3,86 %.

La aplicación de Sett 0,5 l/ha + Keylate Zinc 1,0 l/ha (157,53 cm) estimuló plantas de mayor altura a la zona de inserción. Sin embargo, al aplicar Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 1,0 l/ha esta variable se redujo (150,70 cm), obteniendo plantas más pequeñas.

Tabla 2. Altura de inserción con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.

Nº	Tratamiento	Dosis l/ha	Altura (cm)
T1	Sett + keylate Zinc	0,5 + 0,5	152,93
T2	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,5	151,27
T3	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 0,75	156,93
T4	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,75	153,90
T5	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 1,0	157,53
T6	Sett + Keylate Zinc	1,0 + 1,0	150,70
T7	Testigo Fertilización	N.A.	152,17
T8	Testigo Agricultor	N.A.	153,43
Promedio general			153,61
Significancia estadística			Ns
Coeficiente de variación (%)			3,86

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

Ns: No significativa

4.3. Días a floración

En la Tabla 3 se detallan los promedios de los días a la floración, estos no presentaron significancia estadística en los promedios obtenidos. El coeficiente de variación fue 0,15 %.

Los tratamientos Testigo fertilización y Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 1,0 l/ha mostraron mayor tiempo a la floración (54 días, en su orden). Las plantas tratadas con Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha florecieron de manera más temprana (53,83 días).

Tabla 3. Días a floración con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.

Nº	Tratamiento	Dosis l/ha	Días
T1	Sett + keylate Zinc	0,5 + 0,5	53,93
T2	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,5	53,83
T3	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 0,75	53,93
T4	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,75	53,93
T5	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 1,0	53,93
T6	Sett + Keylate Zinc	1,0 + 1,0	54,00
T7	Testigo Fertilización	N.A.	54,00
T8	Testigo Agricultor	N.A.	53,87
	Promedio general		53,93
	Significancia estadística		Ns
	Coeficiente de variación (%)		0,15

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.
Ns: No significante

4.4. Días a cosecha

En la Tabla 4 se detallan los promedios de los días a la floración, estos no presentaron significancia estadística en los promedios obtenidos. El coeficiente de variación fue 0,07 %.

Las plantas del tratamiento Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 1,0 l/ha mostraron mayor tiempo a la cosecha (120 días). Las plantas tratadas con Sett 0,5 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha florecieron de manera más temprana (119,83 días).

Tabla 4. Días a cosecha con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.

Nº	Tratamiento	Dosis l/ha	Días
T1	Sett + keylate Zinc	0,5 + 0,5	119,83
T2	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,5	119,90
T3	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 0,75	119,97
T4	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,75	119,93
T5	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 1,0	119,97
T6	Sett + Keylate Zinc	1,0 + 1,0	120,00
T7	Testigo Fertilización	N.A.	119,93
T8	Testigo Agricultor	N.A.	119,87
	Promedio general		119,93
	Significancia estadística		Ns
	Coeficiente de variación (%)		0,07

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

Ns: No significante

4.5. Diámetro de mazorca

En la Tabla 5 se detallan los promedios del diámetro de mazorca hallados en el ensayo. No se reportó significancia estadística entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variación encontrado 1,15 %.

Las mazorcas de las plantas tratadas con Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha mostraron mayor diámetro (5,35 cm), siendo menor este registro en las mazorcas obtenidas aplicando Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 1,0 l/ha (5,26 cm).

Tabla 5. Diámetro de mazorcas con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.

Nº	Tratamiento	Dosis l/ha	Diámetro (cm)
T1	Sett + keylate Zinc	0,5 + 0,5	5,29
T2	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,5	5,35
T3	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 0,75	5,32
T4	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,75	5,32
T5	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 1,0	5,28
T6	Sett + Keylate Zinc	1,0 + 1,0	5,26
T7	Testigo Fertilización	N.A.	5,31
T8	Testigo Agricultor	N.A.	5,31
Promedio general			5,31
Significancia estadística			Ns
Coeficiente de variación (%)			1,15

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

Ns: No significante

4.6. Longitud de mazorca

No se encontró significancia estadística en la variable longitud mazorca (Tabla 6), calculando un coeficiente de variación 2,19 %.

Las mazorcas provenientes de las plantas tratadas con Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha mostraron mayor longitud (18,0 cm), reduciéndose registro en las mazorcas obtenidas en el Testigo fertilización (17,33 cm).

Tabla 6. Longitud de mazorcas con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.

Nº	Tratamiento	Dosis l/ha	Longitud (cm)
T1	Sett + keylate Zinc	0,5 + 0,5	17,90
T2	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,5	18,00
T3	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 0,75	17,90
T4	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,75	17,80
T5	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 1,0	17,70
T6	Sett + Keylate Zinc	1,0 + 1,0	17,77
T7	Testigo Fertilización	N.A.	17,33
T8	Testigo Agricultor	N.A.	17,70
	Promedio general		17,76
	Significancia estadística		Ns
	Coeficiente de variación (%)		2,19

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.
Ns: No significante

4.7. Número de granos por mazorca

Los datos promedios del número de granos por mazorca se detallan en la Tabla 7. El análisis estadístico no determinó significancia estadística entre los tratamientos. El coeficiente de variación reportado fue 3,15 %.

La aplicación de Las mazorcas de las plantas tratadas con Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,75 l/ha aumentó el número de granos (620,80 granos), siendo menor este valor en las mazorcas colectadas del Testigo Agricultor (593,53 granos).

Tabla 7. Numero de granos con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.

Nº	Tratamiento	Dosis l/ha	Granos
T1	Sett + keylate Zinc	0,5 + 0,5	604,03
T2	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,5	611,80
T3	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 0,75	603,07
T4	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,75	620,80
T5	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 1,0	603,23
T6	Sett + Keylate Zinc	1,0 + 1,0	604,23
T7	Testigo Fertilización	N.A.	594,93
T8	Testigo Agricultor	N.A.	593,53
	Promedio general		604,45
	Significancia estadística		Ns
	Coeficiente de variación (%)		3,15

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

Ns: No significante

4.8. Peso de grano

Los valores del peso de granos presentaron alta significancia estadística entre los tratamientos. El coeficiente de variación reportado fue 4,03 % (Tabla 8).

Los tratamientos Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,75 l/ha (43,0 g), Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha (42,0 g) y Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 1,0 l/ha (42,0 g); fueron estadísticamente iguales entre si y también con Sett 0,5 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha (41,0 g), Sett 0,5 l/ha + Keylate Zinc 0,75 l/ha (40,0 g), Sett 0,5 l/ha + Keylate Zinc 1,0 l/ha (40,0 g) y Testigo Fertilización (40,0 g). El Testigo Agricultor tuvo el menor promedio, siendo estadísticamente inferior (36,33 g).

Tabla 8. Peso de 100 granos con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.

Nº	Tratamiento	Dosis l/ha	Peso (g)
T1	Sett + keylate Zinc	0,5 + 0,5	41,00 ab
T2	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,5	42,00 a
T3	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 0,75	40,00 ab
T4	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,75	43,00 a
T5	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 1,0	40,00 ab
T6	Sett + Keylate Zinc	1,0 + 1,0	42,00 a
T7	Testigo Fertilización	N.A.	40,00 ab
T8	Testigo Agricultor	N.A.	36,33 b
Promedio general			40,54
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			4,03

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

** : Altamente significante

4.9. Rendimiento hectárea

Los promedios del rendimiento por hectárea (Tabla 9) alcanzó alta significancia estadística entre los tratamientos, logrando un coeficiente de variación de 1,98 %.

La aplicación de Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,75 l/ha presentó el mayor promedio de rendimiento (8939,16 kg/ha), siendo estadísticamente igual al tratamiento Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha (8531,65 kg/ha) y superior al resto de tratamientos evaluados. El Testigo Agricultor (6781,07 kg/ha) tuvo el menor registro.

Tabla 9. Rendimiento por hectárea con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.

Nº	Tratamiento	Dosis l/ha	kg/ha
T1	Sett + keylate Zinc	0,5 + 0,5	8070,31 cd
T2	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,5	8531,65 ab
T3	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 0,75	7888,67 cd
T4	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,75	8939,16 a
T5	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 1,0	7650,98 d
T6	Sett + Keylate Zinc	1,0 + 1,0	8274,64 bc
T7	Testigo Fertilización	N.A.	7768,70 d
T8	Testigo Agricultor	N.A.	6781,07 e
	Promedio general		7988,15
	Significancia estadística		**
	Coeficiente de variación (%)		1,98

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

** : Altamente significante

4.10. Productividad parcial por nutriente

Los valores de la productividad parcial por nutriente (PPN) se detallan en la Tabla 10.

Para Calcio (Ca) la mejor relación se encontró en Sett 0,5 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha con 100,88 kg/g (kg rendimiento / gramos elemento), siendo menor en Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 1,0 l/ha.

En Zinc (Zn) la mejor relación se obtuvo en Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha con 121,88 kg/g (kg rendimiento / gramos elemento), siendo menor en Sett 0,5 l/ha + Keylate Zinc 1,0 l/ha.

Para Boro (B) la mejor relación se reportó en Sett 0,5 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha con 1614,06 kg/g (kg rendimiento / gramos elemento), siendo menor en Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 1,0 l/ha.

Tabla 10. Productividad Parcial por nutriente con la aplicación Zinc, Calcio y Boro sobre el rendimiento del maíz. Simón Bolívar, 2020.

Nº	Tratamiento	Dosis l/ha	Ca	Zn	B
			kg producción /g nutriente		
T1	Sett + keylate Zinc	0,5 + 0,5	100,88	115,29	1614,06
T2	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,5	53,32	121,88	853,17
T3	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 0,75	98,61	75,13	1577,73
T4	Sett + Keylate Zinc	1,0 +0,75	55,87	85,13	893,92
T5	Sett + Keylate Zinc	0,5 + 1,0	95,64	54,65	1530,20
T6	Sett + Keylate Zinc	1,0 + 1,0	51,72	59,10	827,46
T7	Testigo Fertilización	N.A.	0,00	0,00	0,00
T8	Testigo Agricultor	N.A.	0,00	0,00	0,00

4.11. Análisis económico

En la Tabla 11 se presentan los valores del análisis económico realizado a los tratamientos, siendo este realizado en función de los ingresos y egresos.

El tratamiento Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,75 l/ha con \$ 1261,02 tuvo la mayor utilidad y beneficio neto (1,90), lográndose el menor ingreso en el Testigo Agricultor (\$ 745,49 y 1,59).

Tabla 11. Análisis económico de los tratamientos. Simón Bolívar, 2020.

Tratamiento	kg/ha	Ingresos	Costo Prod	Costo Ferti	Costo Foliar	Costos cosecha	Costo Total	Utilidad	B/C
SETT(0,5)+KEYLATE(0,5)	8070,31	2397,12	801,49	318	56,00	177,56	1353,06	1044,06	1,77
SETT(1,0)+KEYLATE(0,5)	8531,65	2534,15	801,49	318	74,00	187,72	1381,21	1152,95	1,83
SETT(0,5)+KEYLATE(0,75)	7888,67	2343,17	801,49	318	60,00	173,57	1353,06	990,11	1,73
SETT(1,0)+KEYLATE(0,75)	8939,16	2655,20	801,49	318	78,00	196,68	1394,17	1261,02	1,90
SETT(0,5)+KEYLATE(1,0)	7650,98	2272,57	801,49	318	64,00	168,34	1351,83	920,74	1,68
SETT(1,0)+KEYLATE(1,0)	8274,64	2457,81	801,49	318	82,00	182,06	1383,55	1074,26	1,78
TES-FERTILIZACION	7768,70	2307,54	801,49	318	0,00	170,93	1290,42	1017,11	1,79
TES-AGRICULTOR	6781,07	2014,18	801,49	318	0,00	149,20	1268,69	745,49	1,59

V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. Las variables: altura de planta, altura de inserción, días a floración, días a cosecha, longitud de mazorcas, diámetro de mazorcas y número de granos, no alcanzaron significancia estadística en los promedios encontrados.
2. La variable peso de grano tuvo su mayor promedio aplicando Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,75 l/ha, Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha y Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 1,0 l/ha.
3. El mayor rendimiento de grano fue alcanzado aplicando Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,75 l/ha (8939,16 kg/ha).
4. Los valores de productividad parcial por nutriente PPN fueron mayores para Calcio y Boro aplicando Sett 0,5 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha. Los valores de Zinc a diferencia fueron altos en las plantas tratadas con. Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha.
5. El tratamiento Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,75 l/ha presentó la mayor utilidad y beneficio Neto.

VI. RECOMENDACIONES

En base a estas conclusiones se recomienda:

1. Aplicar Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,75 l/ha para mejorar la producción de maíz en el sistema productivo utilizado en el ensayo, dosificado según las épocas planteadas.
2. Sembrar el híbrido de maíz NS-70 por su adecuado comportamiento agronómico en el ensayo.
3. Establecer investigaciones de agrosistemas de maíz con la aplicación de nuevas fuentes de elementos secundarios y microelementos vía foliar, con diferentes materiales comerciales de maíz, otras formas de manejo agronómico y diversas zonas agroecológicas.

VII. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en los terrenos de la finca Las Delicias ubicada en el cantón Simón Bolívar - Guayas. Para la siembra fue utilizado el híbrido de maíz "NS-70". El objetivo del trabajo fue evaluar la aplicación de diversas dosis de Calcio, Boro y Zinc en la producción de maíz. Para el efecto se emplearon los productos Sett y Keylate Zinc, en un diseño de "Bloque Completos al Azar" con tres repeticiones. La siembra del cultivo se realizó de forma manual en parcelas experimentales de 20 m². El análisis de varianza estableció la significancia estadística y la evaluación de medias se hizo con la prueba de significancia de Tukey al 5 %. Las variables evaluadas al final del ensayo fueron: altura de planta, altura de inserción, días a floración, días a cosecha, diámetro de mazorcas, longitud de mazorcas, peso de grano, rendimiento por hectárea, productividad parcial por nutriente (PPN) y análisis económico. Los datos demuestran que las variables: altura de planta, altura de inserción, días a floración, días a cosecha, longitud de mazorcas, diámetro de mazorcas y número de granos, no alcanzaron significancia estadística. El peso de grano tuvo su mayor promedio aplicando Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,75 l/ha, Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha y Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 1,0 l/ha. El mayor de rendimiento de grano fue alcanzado aplicando Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,75 l/ha (8939,16 kg/ha). Los valores de productividad parcial por nutriente PPN fueron mayores para Calcio y Boro aplicando Sett 0,5 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha. Los valores de Zinc a diferencia fueron altos en las plantas tratadas con. Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha. El tratamiento Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,75 l/ha presentó la mayor utilidad y beneficio Neto.

Palabras clave: Maíz, Microelementos, Producción, Fertilización Foliar.

VIII. SUMMARY

The present work was carried out on the land of the Las Delicias farm located in the Simón Bolívar - Guayas canton. For sowing, the corn hybrid "NS-70 was used. The objective of the work was to evaluate the application of various doses of Calcium, Boron and Zinc in the production of corn. For the effect, the Sett and Keylate Zinc products were used, in a "Random Complete Block" design with three repetitions. The sowing of the crop was carried out manually in experimental plots of 20 m². The analysis of variance established the statistical significance and the evaluation of means was done with the Tukey significance test at 5 %. The variables evaluated at the end of the trial were: plant height, insertion height, days to flowering, days to harvest, diameter of ears, length of ears, grain weight, yield per hectare, partial productivity per nutrient (PPN) and analysis economic. The data show that the variables: plant height, insertion height, days to flowering, days to harvest, length of ears, diameter of ears and number of grains, did not reach statistical significance. The grain weight had its highest average applying Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,75 l/ha, Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha and Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 1,0 l/ha. The highest grain yield was achieved by applying Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,75 l/ha (8939,16 kg/ha). The partial productivity values per nutrient PPN were higher for Calcium and Boron applying Sett 0,5 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha. The Zinc values in contrast were high in the plants treated with. Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,5 l/ha. The Sett 1,0 l/ha + Keylate Zinc 0,75 l/ha treatment presented the highest utility and net benefit.

Keywords: Corn, Microelements, Production, Foliar Fertilization.

IX. LITERATURA CITADA

- Anchundia, N. 2019. 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. Tesis Ingeñero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 62p.
- Agrytec, 2011. El calcio en las plantas y sus beneficios. Consultado el 18 de noviembre del 2016. Disponible en: http://www.agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&id=7970:el-calcio-en-las-plantas-y-susbeneficios&Itemid=22. Consultado 23-06-2020.
- Bernal, J., Navas, G., Hernández, R. 2014. Requerimientos y respuestas a la fertilización del maíz en suelos de Sabanas Ácidas de Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA. Revista AH. 15(09):6-10.
- Bautista, R. (2002). Efecto de la fertilización foliar en el rendimiento y calidad efecto de la fertilización foliar en el rendimiento y calidad. Revista Fitotecnica Mexicana. 25 (4), 419 – 426.
- Bioenciclopedia. 2019. Origen del maíz. Disponible en <http://www.bioenciclopedia.com/maiz/>. Consultado 26-05-2020.
- Bunja, M. (2000). Fertilización del cultivo maíz. Revista de difusión de tecnología agrícola y pesquera del, FONAIAP DIVULGA. 65:12-32.
- Castillo, M. 2018. El cultivo de maíz ha sido constante los últimos años. Quito-Ecuador. Revista Lideres. 2018(2):7-11.
- Ciampitti, I., Boxler, M., García, F. 2014. Nutrición de Maíz: Requerimientos y Absorción de Nutrientes. En: Requerimientos de nutrientes en maíz. Informaciones Agronómica. 48:14-18.

- Díaz, K. 2019. Comportamiento agronómico del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), a la aplicación de bioestimulantes como complementos a la fertilización edáfica. Tesis Ingeneiro Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 58p.
- Espósito, G., Balboa, G., Castillo, C., Balboa, R. 2010. Disponibilidad de zinc y respuesta a la fertilización del maíz en el sur de Córdoba. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario. Santa Fe. Argentina. 123p.
- Giskin, M., Trinidad, A., Etchevers, J. 2014. Can the foliar application of essential nutrients decrease fertilizer inputs? Act. VI. International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition. Montpellier, France. Vol. 1:239-242.
- FAGRO. 2012. Recomendaciones de dosis de fertilización. In: Curso de Nutrición de cultivos, Carlos Perdomo. Manual de clase. Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica del Uruguay 67p.
- Ferraris, G., Couretot, L., Ponsa, J. 2008. Respuesta del maíz a la fertilización complementaria. En: Experiencias en Fertilización y Protección del cultivo de Maíz. Año 2010. Proyecto Regional Agrícola, CERBAN, EEA Pergamino y General Villegas: 110-118.
- Fontanetto, H., Keller, O. 2006. Manejo de la fertilización en maíz. experiencias en la región pampeana Argentina. Información Técnica cultivos de verano. Campaña 2006. Publicación Miscelánea N° 106. 29p.
- Fregoni, M. 2008. Some aspects of epigeal nutrition of grapevines. pp. 205-211. In: Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. 151p.
- Infoagro. 2019. Historia y origen del maíz. Disponible en <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz2.htm>. Consultado 26-05-2020.
- InfoAgro. 2017. El boro como nutriente esencial. Consultado el 18 de noviembre del 2016. Disponible en: http://www.infoagro.com/hortalizas/boro_nutriente_esencial2.htm. Consultado el 13 de mayo del 2020

- Lafitte, HR. 2014. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical: Guía de campo [Internet]. México, DF: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 122 p.
- Melgar, R., Torres, M. 2010. Manejo de la Fertilización en Maíz. Boletín Técnico No. 191. EEA INTA Balcarce. Centro Regional Buenos Aires Sur. ISSN 0522-0548.
- Melgar, R., Lavandera, J., Torres, M., Ventimiglia, L. 2001. Respuesta a la fertilización con boro y zinc en sistemas intensivos de producción de maíz. Revista Argentina Ciencia del Suelo 19(2):109-114. RPI N° 99.728.
- Micolucci, V. 2019. Producción Mundial de Maíz 2019/2020. Disponible en: <https://www.foodnewlatam.com/paises/4966-latinoamérica/9203-producción-mundial-de-maíz-2019-2020.html>. Consultado 15-06-2020.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación- FAO. 2014. El maíz en la nutrición humana. Colección FAO: Alimentación y nutrición N°25. Roma. 35p. ISBN 92-5-303013-5.
- Ospina, J. (2015). Manual técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas. Gobernación de Antioquia. Medellín, Colombia. 120p.
- Ratto, SE. 2011. Los microelementos en el sistema productivo del área pampeana. En: Micronutrientes en la agricultura. Ed. Vázquez M. AACS.:79-112.
- Ratto, S., Miguez, f. 2006. Zinc en el cultivo de maíz, deficiencia de oportunidad. INPOFOS. Informaciones Agronómicas. 31:11-14.
- Romheld, V., El-Fouly, M. 2002. Foliar Nutrient Application: Challenge and Limits in Crop Production. Universitat Hohenheim. Germany. 78p.
- SMART. 2016. Momento y Frecuencia de la aplicación de los fertilizantes. Disponible en <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/timing-fertilizerapplication>. Consultado 26-05-2020.
- Stoller. 2019. Manual y catálogo de productos. Activadores fisiológicos. In www.stoller.com.ec. Consultado 26-05-2020.
- Stoller. 2018. Manual y catálogo de productos. Activadores fisiológicos. In www.stoller.com.ec. Consultado 26-05-2020.

- Syngenta. 2019. Nutrición de cultivo de maíz. Disponible en <https://www.syngenta.com.ar/nutricion-1>. Consultado 26-05-2020.
- Uriarte, J. 2020. Maíz. Disponible en: <https://www.caracteristicas.co/maiz/#ixzz6TzNYyugo>. Consultado: 02 de julio de 2020.
- Veas, A. 2019. Respuesta agronómica de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) a programas de nutrición foliar complementarios a fertilización edáfica, en la zona de Pueblo Viejo. Tesis Ingeniero Agropecuario, Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 60p.
- Vidal, M., Ruiz, R., Antunez, A., Araya, C. 2016. Antecedentes Nutricionales del Cultivo del Maíz en Chile. In: Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Balcarce: Ediciones INTA. 525 p. ISBN N° 987-521-192-3.
- Yara. 2019. Nutrición de cultivo de maíz. Disponible en <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/maiz/>. Consultado 26-05-2020.

APENDICES

CUADROS DE RESULTADOS Y ANÁLISIS DE VARIANZA

Apéndice 1. ANDEVA altura de planta.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA PLANTA	24	0,58	0,32	3,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1456,17	9	161,80	2,19	0,0916
TRATAMIENTOS	670,53	7	95,79	1,29	0,3216
BLOQUES	785,64	2	392,82	5,31	0,0192
Error	1036,04	14	74,00		
Total	2492,21	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=24,78501

Error: 74,0027 gl: 14

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
SETT (0,5)+KEYLATE (1,0)	279,40	3	4,97 A
SETT (0,5)+KEYLATE (0,75)	276,20	3	4,97 A
TES-FERTILIZACION	275,30	3	4,97 A
SETT (1,0)+KEYLATE (0,75)	274,53	3	4,97 A
SETT (1,0)+KEYLATE (0,5)	274,23	3	4,97 A
TES-AGRICULTOR	266,90	3	4,97 A
SETT (1,0)+KEYLATE (1,0)	266,90	3	4,97 A
SETT (0,5)+KEYLATE (0,5)	263,23	3	4,97 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,25755

Error: 74,0027 gl: 14

BLOQUES	Medias	n	E.E.
2	279,58	8	3,04 A
3	271,00	8	3,04 A B
1	265,69	8	3,04 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Apéndice 2. ANDEVA Altura de inserción.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA INSERCIÓN	24	0,52	0,21	3,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	527,32	9	58,59	1,66	0,1895
TRATAMIENTOS	129,16	7	18,45	0,52	0,8022
BLOQUES	398,17	2	199,08	5,65	0,0158
Error	492,87	14	35,21		
Total	1020,20	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=17,09501

Error: 35,2053 gl: 14

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
SETT (0,5)+KEYLATE (1,0)	157,53	3	3,43 A
SETT (0,5)+KEYLATE (0,75)	156,93	3	3,43 A
SETT (1,0)+KEYLATE (0,75)	153,90	3	3,43 A
TES-AGRICULTOR	153,43	3	3,43 A
SETT (0,5)+KEYLATE (0,5)	152,93	3	3,43 A
TES-FERTILIZACION	152,17	3	3,43 A
SETT (1,0)+KEYLATE (0,5)	151,27	3	3,43 A
SETT (1,0)+KEYLATE (1,0)	150,70	3	3,43 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,76469

Error: 35,2053 gl: 14

BLOQUES	Medias	n	E.E.
2	159,33	8	2,10 A
3	151,36	8	2,10 B
1	150,14	8	2,10 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Apéndice 3. ANDEVA floración.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAS FLORACION	24	0,59	0,32	0,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,12	9	0,01	2,21	0,0892
TRATAMIENTOS	0,07	7	0,01	1,61	0,2133
BLOQUES	0,05	2	0,03	4,31	0,0348
Error	0,09	14	0,01		
Total	0,21	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22669

Error: 0,0062 gl: 14

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
SETT (1,0)+KEYLATE (1,0)	54,00	3	0,05 A
TES-FERTILIZACION	54,00	3	0,05 A
SETT (0,5)+KEYLATE (0,5)	53,93	3	0,05 A
SETT (1,0)+KEYLATE (0,75)	53,93	3	0,05 A
SETT (0,5)+KEYLATE (1,0)	53,93	3	0,05 A
SETT (0,5)+KEYLATE (0,75)	53,93	3	0,05 A
TES-AGRICULTOR	53,87	3	0,05 A
SETT (1,0)+KEYLATE (0,5)	53,83	3	0,05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10296

Error: 0,0062 gl: 14

BLOQUES	Medias	n	E.E.
3	53,96	8	0,03 A
2	53,96	8	0,03 A
1	53,86	8	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Apéndice 4. ANDEVA Cosecha

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAS COSECHA	24	0,99	0,99	0,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16,13	9	1,79	271,30	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,06	7	0,01	1,41	0,2778
BLOQUES	16,07	2	8,03	1215,92	<0,0001
Error	0,09	14	0,01		
Total	16,23	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,23419

Error: 0,0066 gl: 14

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
SETT (1,0)+KEYLATE (1,0)	120,00	3	0,05 A
SETT (0,5)+KEYLATE (1,0)	119,97	3	0,05 A
SETT (0,5)+KEYLATE (0,75)	119,97	3	0,05 A
SETT (1,0)+KEYLATE (0,75)	119,93	3	0,05 A
TES-FERTILIZACION	119,93	3	0,05 A
SETT (1,0)+KEYLATE (0,5)	119,90	3	0,05 A
TES-AGRICULTOR	119,87	3	0,05 A
SETT (0,5)+KEYLATE (0,5)	119,83	3	0,05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10637

Error: 0,0066 gl: 14

BLOQUES	Medias	n	E.E.
3	120,96	8	0,03 A
1	119,85	8	0,03 B
2	118,96	8	0,03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Apéndice 5. ANDEVA Diámetro de mazorca.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONGITUD MAZORCA	24	0,28	0,00	1,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	9	2,3E-03	0,61	0,7673
TRATAMIENTOS	0,02	7	2,7E-03	0,72	0,6605
BLOQUES	1,9E-03	2	9,5E-04	0,25	0,7797
Error	0,05	14	3,8E-03		
Total	0,07	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17643

Error: 0,0038 gl: 14

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
SETT (1,0)+KEYLATE (0,5)	5,35	3	0,04 A
SETT (1,0)+KEYLATE (0,75)	5,32	3	0,04 A
SETT (0,5)+KEYLATE (0,75)	5,32	3	0,04 A
TES-AGRICULTOR	5,31	3	0,04 A
TES-FERTILIZACION	5,31	3	0,04 A
SETT (0,5)+KEYLATE (0,5)	5,29	3	0,04 A
SETT (0,5)+KEYLATE (1,0)	5,28	3	0,04 A
SETT (1,0)+KEYLATE (1,0)	5,26	3	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08014

Error: 0,0038 gl: 14

BLOQUES	Medias	n	E.E.
2	5,31	8	0,02 A
1	5,31	8	0,02 A
3	5,29	8	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Apéndice 6. ANDEVA Longitud de mazorca.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO MAZORCA	24	0,56	0,27	2,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,64	9	0,29	1,94	0,1283
TRATAMIENTOS	0,86	7	0,12	0,82	0,5895
BLOQUES	1,78	2	0,89	5,88	0,0140
Error	2,12	14	0,15		
Total	4,76	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,12006

Error: 0,1511 gl: 14

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
SETT (1,0)+KEYLATE (0,5)	18,00	3	0,22 A
SETT (0,5)+KEYLATE (0,75)	17,90	3	0,22 A
SETT (0,5)+KEYLATE (0,5)	17,90	3	0,22 A
SETT (1,0)+KEYLATE (0,75)	17,80	3	0,22 A
SETT (1,0)+KEYLATE (1,0)	17,77	3	0,22 A
TES-AGRICULTOR	17,70	3	0,22 A
SETT (0,5)+KEYLATE (1,0)	17,70	3	0,22 A
TES-FERTILIZACION	17,33	3	0,22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,50874

Error: 0,1511 gl: 14

BLOQUES	Medias	n	E.E.
1	18,03	8	0,14 A
3	17,88	8	0,14 A B
2	17,39	8	0,14 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Apéndice 7. ANDEVA Número granos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NUMERO GRANOS	24	0,34	0,00	3,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2665,01	9	296,11	0,81	0,6120
TRATAMIENTOS	1604,10	7	229,16	0,63	0,7237
BLOQUES	1060,91	2	530,45	1,46	0,2656
Error	5087,85	14	363,42		
Total	7752,86	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=54,92482

Error: 363,4182 gl: 14

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
SETT (1,0)+KEYLATE (0,5)	620,80	3	11,01 A
SETT (0,5)+KEYLATE (0,75)	611,80	3	11,01 A
SETT (0,5)+KEYLATE (0,5)	604,23	3	11,01 A
SETT (0,5)+KEYLATE (1,0)	604,03	3	11,01 A
TES-FERTILIZACION	603,23	3	11,01 A
SETT (1,0)+KEYLATE (0,75)	603,07	3	11,01 A
TES-AGRICULTOR	594,93	3	11,01 A
SETT (1,0)+KEYLATE (1,0)	593,53	3	11,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=24,94730

Error: 363,4182 gl: 14

BLOQUES	Medias	n	E.E.
3	613,83	8	6,74 A
2	600,44	8	6,74 A
1	599,10	8	6,74 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Apéndice 8. ANDEVA Peso Granos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO GRANOS	24	0,74	0,57	4,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	104,63	9	11,63	4,36	0,0071
TRATAMIENTOS	87,29	7	12,47	4,68	0,0069
BLOQUES	17,33	2	8,67	3,25	0,0693
Error	37,33	14	2,67		
Total	141,96	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,70489

Error: 2,6667 gl: 14

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
SETT (0,5)+KEYLATE (0,75)	43,00	3	0,94	A
SETT (1,0)+KEYLATE (1,0)	42,00	3	0,94	A
SETT (1,0)+KEYLATE (0,5)	42,00	3	0,94	A
SETT (1,0)+KEYLATE (0,75)	41,00	3	0,94	A B
TES-FERTILIZACION	40,00	3	0,94	A B
SETT (0,5)+KEYLATE (0,5)	40,00	3	0,94	A B
SETT (0,5)+KEYLATE (1,0)	40,00	3	0,94	A B
TES-AGRICULTOR	36,33	3	0,94	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,13700

Error: 2,6667 gl: 14

BLOQUES	Medias	n	E.E.	
3	41,38	8	0,58	A
1	40,88	8	0,58	A
2	39,38	8	0,58	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Apéndice 9. Rendimiento hectárea.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDIMIENTO	24	0,96	0,94	1,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8861403,16	9	984600,35	39,55	<0,0001
TRATAMIENTOS	8752245,98	7	1250320,85	50,22	<0,0001
BLOQUES	109157,18	2	54578,59	2,19	0,1485
Error	348568,60	14	24897,76		
Total	9209971,76	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=454,61677

Error: 24897,7575 gl: 14

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
SETT (1,0)+KEYLATE (0,75)	8939,16	3	91,10	A
SETT (1,0)+KEYLATE (0,5)	8531,65	3	91,10	A B
SETT (1,0)+KEYLATE (1,0)	8274,64	3	91,10	B C
SETT (0,5)+KEYLATE (0,5)	8070,31	3	91,10	C D
SETT (0,5)+KEYLATE (0,75)	7888,67	3	91,10	C D
TES-FERTILIZACION	7768,70	3	91,10	D
SETT (0,5)+KEYLATE (1,0)	7650,98	3	91,10	D
TES-AGRICULTOR	6781,07	3	91,10	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=206,49065

Error: 24897,7575 gl: 14

BLOQUES	Medias	n	E.E.	
1	8080,08	8	55,79	A
2	7964,16	8	55,79	A
3	7920,20	8	55,79	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Apéndice 13. Costos de producción

Rubros	Producto	Unidad	Unidades	Usd/Unitario	2020
					Usd/ha
Preparación del Suelo	Tractor	ha	3	30	90
Semilla	Semilla	saco	1	210	210
Siembra	maíz	ha	10	15	150
Control Químico					
Insecticidas					
	Clorpirifos	l	1	12	12
	Spinetoram	100 cc	1	15	15
	Acefato	500 g	0,5	14	7
	Lamda Cihalotrina	l	0,3	28	8,4
	Diazinon	l	1	18	18
	Agral	g	1	15	15
Herbicidas					
	Pendimetalin	l	3	6	18
	Atrazina	kg	1	6,25	6,25
	Nicosulfuron	16g	1	3,5	3,5
	Paraquat	l	1,5	6	9
Fertilizantes					
	Green Master	l	2	14	28
Fungicidas					
	Amistar Top	l	0,35	128	44,8
	Epoxiconazole	l	0,5	28	14
TOTAL					648,95
Deshierba Manual		Jornal	4	12	48,0
Total Costos Directos					697,0
Financieros		5%			34,85
Administración		10%			69,70
Total Costos Indirectos					104,5
Costo Total/ha					801,5

