

Efecto de la aplicación de Calcio y Boro sobre la calidad y rendimiento del fruto de Banano Cavendish “Valery” (AAA)

Effect of Calcium and Boron application on fruit quality and yield of Cavendish 'Valery' (AAA) banana

Simón Ezequiel Farah Asang¹ <https://orcid.org/0000-0003-3245-2936>, Edwin Stalin Hasang Moran¹ <https://orcid.org/0000-0001-6832-2047>, José Antonio Pérez Santos² <https://orcid.org/0000-0003-4150-1162>, Arturo Alvarado Barzallo¹ <https://orcid.org/0000-0002-9806-9684>, Pedro José Andrade Alvarado¹ <https://orcid.org/0000-0003-4379-9142>

¹Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador
sfarah@uagraria.edu.ec, ehasang@uagraria.edu.ec,
aealvarado@uagraria.edu.ec, pandrade@uagraria.edu.ec

²Independiente, Guayaquil, Ecuador
joseperezs1995@gmail.com



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Enviado: 2022/09/10
Aceptado: 2023/12/14
Publicado: 2023/12/30

Resumen

La investigación se realizó en los predios de la Hacienda Francia, perteneciente a la compañía “Agrovictoria S.A”, ubicada en el km. 3,0 de la vía Baba-Salitre (Recinto Progreso). La zona presenta una temperatura media de 24 a 26°C, humedad relativa del 88%, precipitación anual media de 1262 mm y una altura de 8 msnm. El experimento se realizó en una plantación establecida de banano de la variedad Valery, en producción. Se pretendió establecer el efecto de la aplicación de calcio y boro, sobre parámetros de la calidad y el rendimiento y determinar la mejor forma de aplicación (hojas - racimo) de tres productos a base de calcio y boro en el cultivo de banano. Los tratamientos estuvieron constituidos por tres combinaciones a base de calcio y boro, aplicados de dos formas: vía foliar y al racimo. Se utilizó el Diseño de “Bloques Completos al Azar (BCA)”, con siete tratamientos y tres repeticiones. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. Para el buen desarrollo del cultivo de banano se respetaron las normas de manejo del cultivo, tales como fertilización, control fitosanitario, Riego y Cosecha. El uso de Calcio 8% + Boro 1%, aplicado al racimo en dosis de 1,20 l/ha alcanzó mayor peso del racimo y del raquis; el tratamiento con mayor número de manos resultó el de Calcio 10% + Boro 0,3% en dosis de 1,00 l/ha vía foliar. Finalmente, el

Sumario: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión y Conclusiones.

Como citar: Farah, S., Hasang, E., Pérez, J. A., Alvarado, A. & Andrade, P. (2023). Efecto de la aplicación de Calcio y Boro sobre la calidad y rendimiento del fruto de Banano Cavendish “Valery” (AAA). *Revista Tecnológica - Espol*, 35(3), 33-45. <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/973>

tratamiento en que se aplicó Calcio 8% + Boro 1% al racimo en dosis de 1,20 L/ha, obtuvo mayor rendimiento, calidad y beneficio neto rentable de \$ 12065,20/ha/año.

Palabras clave: Banano, calcio, boro, aplicación foliar.

Abstract

The investigation was carried out on the property Francia, belonging to the company "Agrovictoria S.A", located at km. 3.0 of the Baba-Salitre road (Progreso Campus). The area has an average temperature of 24 to 26°C , relative humidity of 88%, average annual rainfall of 1,262 mm, and a height of 8 meters above sea level. The experiment was developed in an established banana plantation of the Valery variety, in production. It was intended to establish the effect of the application of Calcium and Boron, on parameters of quality and yield and to determine the best form of application (Leaves - Bunch) of three products based on Calcium and Boron in banana cultivation. The treatments consisted of three combinations based on calcium and boron, applied in two ways: foliar and bunch. A "Randomized Complete Blocks" Design was used, with seven treatments and three repetitions. The comparison of means was carried out using the Tukey test at 95% probability. For the good development of the banana crop, regular management practices, such as fertilization, phytosanitary control, irrigation and harvest, were respected. The use of Calcium 8% + Boron 1%, applied to the bunch in doses of 1.20 l/ha, achieved greater weight of the bunch and of the rachis; the treatment with the highest number of hands was Calcium 10% + Boron 0.3% at a dose of 1.00 l/ha by foliar application. Finally, the treatment in which Calcium 8% + Boron 1% was applied to the bunch at a dose of 1.20 L/ha, obtained higher yield, quality and profitable net benefit of \$12,065.20/ha/year.

Keywords: Banana, calcium, boron, foliar application.

Introducción

El Ecuador es el principal exportador de banano a nivel mundial y el segundo productor de esta fruta en el mundo y es una de las frutas tropicales con alta demanda en países de Europa, Norte América y Canadá (Vargas et al. 2023), se hace imprescindible que constantemente se estén implementando nuevas tecnologías que promuevan mejores rendimientos, minimizando el daño al ecosistema.

El consumo de banano como fruta fresca, supera a todas las demás frutas por su alto contenido de potasio, calcio, magnesio, fósforo, hierro y en vitaminas. Uno de los grupos de mayor producción mundial es el Cavendish, principalmente los clones Gran Enano y Valery (Soto, 2011). Su producción constituye la actividad agrícola de mayor importancia económica, que genera empleo para más de un millón de familias.

La oferta mundial de banano ha venido siendo liderada en los últimos años principalmente por cinco países. Ecuador es el principal exportador con una participación del 25%, seguido por Costa Rica con 13%, Filipinas 12%, Guatemala 10%, Colombia 8%, Bélgica 5%, Países Bajos 4%, República Dominicana 3% y otros el 20%, que suplen el abasteciendo de la demanda mundial del mercado (Vargas et al. 2023). Esta fruta representa el 10% de las exportaciones totales y el segundo rubro de mayor exportación del país (CEI-RD, 2009).

La baja fertilidad del suelo es una de las principales restricciones para obtener un crecimiento y rendimiento óptimo del cultivo, esta puede ser manejada mediante fertilización edáfica y foliar, para prevenir posibles problemas de deficiencias nutricionales a fin de tomar decisiones correctas respecto al tipo de aplicación de los fertilizantes requeridos (Villaseñor et al. 2020).

El uso eficiente de fertilizantes garantiza los rendimientos y calidad, pero debe ser monitoreado debido al incremento en los costos de la nutrición y la continua preocupación por el impacto ambiental asociada con su indiscriminado uso (Ordóñez, Guerrero y Batista, 2021). Soto (2011) explica que el banano tiene una tasa de asimilación de fertilizantes hasta un 20% de su totalidad, con la consiguiente pérdida económica y contaminación del medio ambiente; es por ello que la actividad bananera, ha tomado como política reducir el consumo de agroquímicos para los próximos años, utilizando nuevas tecnologías que tienden mejorar la tasa de asimilación de los nutrientes, y evitan en parte las pérdidas por lixiviación.

Los nutrientes que se aplican frecuentemente para la producción de banano son el nitrógeno (N) y el potasio (K), pero las estrategias de manejo de estos nutrientes han cambiado a través de los años (Montúfar et al. 2023). La determinación exacta de la cantidad total de nutrientes requerida por el cultivo depende de la cantidad total de nutrientes absorbida por un rendimiento determinado y del suministro de nutrientes nativos del suelo (Espinoza y Mite, 2002).

La devaluación del peso del racimo y los cambios en el rumbo económico en nuestro país, originan una vuelta al consumo de productos nacionales. Actualmente la producción es más competitiva y los precios promedio reflejan la calidad del origen. Esto obliga a los productores locales a conseguir una calidad superior, adoptando prácticas más efectivas. (Figuroa y Lupi, 2004).

Entre los factores que más influyen en los rendimientos directamente son el peso del racimo y el número de plantas por hectárea. El tamaño del racimo está relacionado al número de manos, número de dedos y por el tamaño de cada fruta (Robinson y Galan, 2012).

El calcio es un elemento estructural en la planta, ayuda a mantener la firmeza de tallos y pecíolos en las plantas y a regular la absorción de nutrimentos a través de la membrana celular ya que constituye la lámina media, las paredes y membranas de la célula, además, participa en la división y extensión celulares, influye en otra serie de actividades de la célula, activando enzimas etc. (Moreira, 2008). Por tratarse de un elemento inmóvil, las deficiencias se ven en hojas nuevas. La mayor parte del calcio se usa antes de la floración. Aunque menos del 10% del Ca se encuentra en el fruto, el Ca prolonga la vida postcosecha del fruto (Piedrahíta, 2009).

Los frutos jóvenes en su etapa de división celular rápida tienen una absorción de calcio normal. Cuando comienza el crecimiento rápido la circulación de fotosintatos y nutrientes a través del floema aumenta rápidamente, mientras que la absorción de calcio cae a niveles muy bajos (Aznar, 2001).

La concentración de calcio en la fruta tiende a aumentar rápidamente durante la etapa principal de división celular, la absorción de calcio y distribución en la planta es de particular importancia en el manejo de la fruta en postcosecha. Los exportadores utilizan la concentración de calcio en el fruto como una herramienta de determinación de la calidad (Rodríguez, 2012). Se encuentra una relación lineal entre el contenido de calcio en fruto y su peso. Sin embargo, la concentración de calcio disminuye exponencialmente con el aumento de tamaño del fruto (Aznar, 2001).

El boro es esencial para el crecimiento normal de las plantas, desarrollo de las flores, para la fijación de los frutos, la traslocación de los azúcares, absorción y movimiento del calcio (Obando, Segura y Sandoval, 2019). Las deficiencias de calcio pueden ser reducidas en forma significativa mediante la aplicación de boro. Además, un rol similar al del calcio en la

nutrición de la planta, lo que lo hace esencial para lograr factores de calidad tales como fortaleza de la piel, firmeza del fruto y almacenamiento. (CIA/UCR, 2002).

El boro desempeña una función primordial en la formación de las anteras y en la germinación del tubo polínico. También acelera la fertilización de los óvulos y reduce la caída prematura de flores y frutos. Una manifestación típica de la carencia de boro es la rotura de las paredes de las células parenquimáticas, con formación de áreas necróticas, nódulos suberosos, debilitamiento del tallo, pecíolos y hojas (QuimiNet, 2008).

La deficiencia de Boro produce paralización del crecimiento de los ápices radiculares, afecta la calidad de los frutos, reducción en el peso y el tamaño del racimo causa aparición de manchas corchosas debido a la muerte de células, y al continuar el crecimiento del fruto se producen rajaduras, llenado incorrecto de frutos individuales (dedos), caída anticipada de los mismos (Haifa, 2014).

La aplicación foliar de los nutrientes correctos en concentraciones relativamente bajas en etapas críticas para el desarrollo de cultivos contribuye en forma significativa a aumentar los rendimientos y a mejorar la calidad (Haifa, 2014). La fertilización foliar en cultivos que producen frutos es de gran importancia para asegurar altos rendimientos y calidad. El interés por la fertilización foliar en banano se ha incrementado en los últimos años, y se ha convertido en una práctica agrícola común en muchas fincas bananeras para complementar la intensa fertilización al suelo que normalmente se realiza. También se ha promovido las aplicaciones foliares de potasio con el objeto de mejorar las características de calidad de la fruta, peso y tamaño del racimo (CIA/UCR, 2002).

Su principal utilidad consiste en complementar los requerimientos de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización edáfica, o para fines específicos que requieren la aplicación tardía de los elementos e incrementar su concentración en el fruto (Trinidad y Aguilar, 1999). Fisiológicamente todos los nutrientes pueden ser absorbidos vía foliar, Una planta bien nutrida retrasa los períodos de senescencia natural (Trinidad y Aguilar, 1999).

La absorción de los nutrimentos a través de las hojas no es la forma normal. La hoja tiene una función específica de ser la fábrica de los carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones ventajosas para una incorporación inmediata de los nutrimentos a los fotosintatos y la translocación de éstos a los lugares de la planta de mayor demanda (Rodríguez, 1982).

La calidad de los frutos se puede definir como la característica genética que se debe mantener mediante los métodos de cultivos generalmente aceptados, en tanto la presentación y la conservación de esa calidad producida mediante prácticas adecuadas para que no se deteriore la fruta, en consecuencia para la interpretación más estrecha, calidad significa característica intrínseca, y en su interpretación más amplia, calidad significa: calidad de trabajo, calidad de procesamiento, calidad del sistema, calidad de empresa, calidad de objetivos propuesto (Fabre, 2015).

La calidad del banano depende de aspectos tales como la integridad de la fruta; consistencia firme; sanidad del producto; limpieza; sin magulladuras ni daños por plagas o presencia de estas. Así mismo, los dedos deben estar exentos de malformaciones y los pedúnculos deben estar intactos y libres de daños por hongos. Las manos deben incluir una porción suficiente de la corona; la que debe estar sana y presentar un corte limpio, sin pedúnculos fragmentados (Fao, 2000).

El cultivo tradicional del banano utiliza altas dosis de fertilizantes químicos, especialmente Nitrógeno y Potasio, lo que propicia buscar alternativas nutricionales y manejar las plantaciones en una forma más sostenible (Fonseca et al. 2019). Por tanto, es importante relacionar diferentes fuentes y tipos de nutrientes para suplir las necesidades nutricionales en las plantaciones de banano para optimizar los rendimientos y garantizar una producción eficiente.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en los predios de la Hacienda Francia, perteneciente a la compañía "Agrovictoria S.A", ubicada en el km. 3,0 de la vía Baba-Salitre. La zona presenta una temperatura media de 24 a 26°C, humedad relativa 88 %, precipitación anual de 1262 mm y una altura de 8 msnm. El trabajo experimental se realizó en una plantación establecida de banano de la variedad Valery, que actualmente se encuentra en producción.

Los tratamientos estuvieron constituidos por tres productos a base de calcio y boro, con aplicaciones al racimo y aplicaciones foliares, cada una de ellas con intervalos entre aplicaciones de siete días, lo que totalizan 6 tratamientos y un testigo absoluto sin aplicación, que constituyeron las variables independientes (Tabla 1).

Tabla 1

Tratamientos estudiados sobre: el efecto de la aplicación de Calcio y Boro, sobre la calidad y rendimiento del fruto de Banano (Musa spp) en el cantón Baba, Provincia de Los Ríos

Tratamientos					
Nº	Productos	Lugar de Aplicación	Ingredientes Activos	Concentración (%)	Dosis (ha)
T1	Calcio 10% + Boro 0,3%	Foliar	Calcio + Boro	10,00 + 0,30	1,00 L
T2	Calcio 30% + Boro 1%	Foliar	Calcio + Boro	30,00 + 1,00	0,30 kg
T3	Calcio 8% + Boro 1%	Foliar	Calcio + Boro	8,00 + 1,00	1,20 L
T4	Calcio 10% + Boro 0,3%	Racimo	Calcio + Boro	10,00 + 0,30	1,00 L
T5	Calcio 30% + Boro 1%	Racimo	Calcio + Boro	30,00+ 1,00	0,30 kg
T6	Calcio 8% + Boro 1%	Racimo	Calcio + Boro	8,00 + 1,00	1,20 L
T7	Testigo (sin aplicación)	-	-	-	-

Se utilizó el Diseño de "Bloques Completos al Azar", con siete tratamientos (tabla 1) y tres repeticiones. Se realizó análisis de varianza (ANOVA), para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. Se utilizó 21 parcelas con 10 plantas cada una, con una separación de 5 m entre parcelas y 10 m entre bloques., (210 plantas en 50 000 m²).

Se respetaron las normas de manejo del cultivo, efectuando las prácticas y labores rutinarias, que caracterizan a la empresa, para el proceso producción. La cosecha se realizó a las 12 semanas de edad, cuando el racimo presenta la calibración adecuada.

Las variables dependientes evaluadas fueron:

Número de hojas a la cosecha

Se determinó el número de hojas finales por cada tratamiento, tomando en cuenta inicialmente la lectura de hojas iniciales al enfunde.

Peso del Racimo

Se tomaron cinco racimos al azar por cada tratamiento y por bloque con una balanza electrónica, obteniendo así el peso promedio en kilogramos.

Número de manos por racimo (manos/racimo)

En los cinco racimos que se tomaron al azar por cada tratamiento se realizó el conteo del número de manos.

El Ratio (cajas/racimo)

Cantidad de cajas que se obtuvieron por cada tratamiento dividiendo la cantidad de cajas elaboradas, para la cantidad de racimos que se cortaron cuyo valor se expresara en cajas / racimo (Ratio conversión).

Rendimiento

Se tomó el peso del racimo, se restó el peso del raquis y el peso de la fruta que no califica para exportación, por cada tratamiento y se expresó en kilogramos.

Calidad del fruto

Se evaluó una caja ya empacada por cada tratamiento, observando detalladamente el número de defectos que se encontraron presentes disminuyendo la calidad, los resultados se obtuvieron en porcentaje, utilizando fórmula, que aplica la empresa exportadora BRUNDICORPI S.A. $Calidad = (\# \text{ Defectos} / \# \text{ Clusters}) - 1 * 100$

Análisis económico

El análisis económico se obtuvo a base del rendimiento en cajas/Racimo (Ratio), y costo obtenido por cada tratamiento (costo/beneficio).

Características de los productos utilizados en el estudio

Calcio 10% + Boro 0,3% (Carbotecnia, 2011)

- Nombre comercial: Tecnocalcio B- Mg.
- Composición %.: Calcio (CaO) soluble en agua 10%, Boro (B) soluble en agua 0,3%.
- Características: Líquido soluble de CARBOTECNIA S.L. formulado con Calcio, Magnesio y Boro de alta eficacia y asimilación. Muy indicado para garantizar la correcta formación de todas aquellas estructuras de la pared celular y piel de frutos, es un regulador de Calcio (Ca), magnesio (Mg) y boro (B) indicado para prevención de deficiencias y fisiopatías asociadas a este elemento, como mala calidad de la piel de los frutos.

CALCIO 30% + BORO 1% (Green Has Italia, 2013)

- Nombre comercial: Calboron.
- Composición %: Oxido de Calcio (CaO) soluble en agua 30%, Boro (B) soluble en agua 1%.
- Características: Es un fertilizante en polvo de elevada solubilidad, que no contiene nitratos, cloruros y sulfatos, en la que el Ca acomplexado con ácidos carboxílicos y el boro se encuentran en forma prontamente asimilable, aplicándolo vía foliar. Es un producto indicado para prevenir y de Ca y fisiopatías relacionadas como el acorchado, quebradura de los frutos y podredumbres apicales.

CALCIO 8% + BORO 1% (Stoller, 2016)

- Nombre comercial: Sett.

- Composición %: Calcio (Ca) 8%, Boro (B) %.
- Características: Líquido soluble, suministra Calcio y Boro de fácil absorción para la planta a fin de prevenir la caída de flores y frutos contrarrestando la producción localizada de etileno y minimizando su efecto principalmente durante la etapa reproductiva, se lo aplica vía foliar.

Resultados y Discusión

En la Tabla 2, se observan los resultados promedios de la cantidad de hojas al enfunde y a la cosecha. En análisis de varianza no detectó diferencias significativas en ambas variables, el promedio general fue 12,08 y 9,84 hojas y los coeficientes de variación 5,91 y 6,34 %.

Aunque no existieron diferencias significativas la aplicación de Calcio 10% + Boro 0,3% al racimo en dosis de 1,00 l/ha obtuvo el mayor promedio con 12,47 hojas y el menor valor fue para el tratamiento testigo sin aplicación de productos con 11,97 hojas.

La aplicación de Calcio 30% + Boro 1% vía foliar, en dosis de 0,30 kg/ha influyó para que exista mayor número de hojas a la cosecha (10,40), mientras que el Testigo absoluto, sin aplicación de productos reportó menor el número de hojas (9,56).

El banano puede emitir a través de su ciclo vegetativo alrededor de 38 hojas, sin embargo, es importante tener en cuenta que este número se comporta inversamente proporcional al desarrollo del cormo observándose que el peso del cormo disminuye con la producción de un mayor número de hojas y viceversa (Belalcázar et al., 1991).

Barzola (2013) encontró como respuesta a la nutrición a base de Ca, B número de hojas promedio de 13,6 hojas durante el ciclo vs. 11,4 hojas sin la aplicación de los mismos.

Tabla 2

Número de hojas al enfunde y a la cosecha con la aplicación de Calcio y Boro vía foliar y al racimo en el cultivo de Banano (Musa spp)

Nº	Tratamientos			Número de hojas	
	Ingredientes Activos	Aplicación	Dosis/ha	Al enfunde	A la cosecha
T1	Calcio 10% + Boro 0,3%	Foliar	1,00 L	11,86	9,67
T2	Calcio 30% + Boro 1%	Foliar	0,30 kg	12,07	10,40
T3	Calcio 8% + Boro 1%	Foliar	1,20 L	11,67	9,80
T4	Calcio 10% + Boro 0,3%	Racimo	1,00L	12,47	9,78
T5	Calcio 30% + Boro 1%	Racimo	0,30 kg	12,10	9,67
T6	Calcio 8% + Boro 1%	Racimo	1,20 L	12,40	10,00
T7	Testigo (sin aplicación)	-	-	11,97	9,56
Promedio general				12,08	9,84
Significancia estadística				ns	ns
Coeficiente de variación (%)				5,91	6,34

ns = no significativo

En la variable peso del racimo, el análisis de varianza (tabla 3) reportó diferencias significativas, con promedio general de 38,64 kg y el coeficiente de variación de 7,22 % (Tabla 3). Los mejores resultados se mostraron en el T6 (Calcio 8% + Boro 1%, aplicación al racimo) con 43,43 kg en el peso del racimo, siendo que, estadísticamente solo llegó a tener diferencias

significativas con el tratamiento T4 (Calcio 10% + Boro 0,3%, aplicación al racimo) el cual obtuvo el resultado más bajo en el peso del racimo con 33,87 kg. En lo referente al peso del raquis, no se obtuvieron diferencias significativas según el análisis de varianza, el promedio general fue 3,25 kg y el coeficiente de variación 11,38%, según se observa en el mismo (Tabla 3). En lo referente al peso del raquis, no se obtuvieron diferencias significativas según el análisis de varianza, el promedio general fue 3,25 kg y el coeficiente de variación 11,38%, según se observa en el mismo (Tabla 3).

Tabla 3

Peso del racimo y del raquis con la aplicación de Calcio y Boro vía foliar y al racimo en el cultivo de Banano (Musa spp)

Tratamientos	Peso (kg)	
	Racimo	Raquis
T1 Calcio 10% + Boro 0,3%	38,58 ab	3,41
T2 Calcio 30% + Boro 1%	39,16 ab	3,31
T3 Calcio 8% + Boro 1%	38,57 ab	3,35
T4 Calcio 10% + Boro 0,3%	33,87 b	2,90
T5 Calcio 30% + Boro 1%	37,64 ab	3,12
T6 Calcio 8% + Boro 1%	43,43 a	3,42
T7 Testigo (sin aplicación)	39,24 ab	3,26
Promedio general	38,64	3,25
Significancia estadística	*	ns
Coefficiente de variación (%)	7,22	11,38

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

ns = no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Mientras que en la presente investigación el peso del racimo en el mejor tratamiento a base de calcio al 8% y boro al 1%, resultó de 43.43 kg y solo de 33.87 kg para el tratamiento con valores más bajos, a base de calcio 10% y boro al 0,3%, Navarro (2020) encontró valores de 32,7 kg para peso en el mejor tratamiento y 28,13 kg de rendimiento en peso por caja de banano, en donde utilizan una molécula a base de calcio 10% y boro 0,3%.

En la Tabla 4, se presentan los resultados del conteo de número de manos promedio por racimo. Según el análisis de varianza no se observaron diferencias significativas, el promedio general fue 10,32 manos y el coeficiente de variación 6,42 %.

No obstante, se observa que el tratamiento con mayor número de manos fue cuando se utilizó Calcio 10% + Boro 0,3% en dosis de 1,00 l/ha vía foliar con 10,89 manos, en tanto que Calcio 30% + Boro 1%, aplicado al racimo en dosis de 0,30 kg alcanzó 9,44 manos, por debajo del propio testigo.

Los resultados contrastan con lo expuesto por Urgilés, (2021) que en un estudio realizado en el cantón Milagro, menciona que el número de manos por racimo con la aplicación de productos compuestos por calcio y boro presentó un promedio de 7 manos efectivas sin mostrar tampoco diferencias significativas entre tratamientos. La superioridad mostrada en el presente trabajo (10,32 manos efectivas por racimo) sugiere la importancia del suelo y clima para un buen desarrollo del cultivo de banano.

Tabla 4

Número de manos por racimo con la aplicación de Calcio y Boro vía foliar y al racimo en el cultivo de Banano (Musa spp)

No	Tratamientos		Dosis	No de manos
	Tratamiento	Aplicación		
T1	Calcio 10% + Boro 0,3%	Foliar	1,00 l/ha	10,89
T2	Calcio 30% + Boro 1%	Foliar	0,30 kg/ha	10,67
T3	Calcio 8% + Boro 1%	Foliar	1,20 l/ha	10,67
T4	Calcio 10% + Boro 0,3%	Racimo	1,00 l/ha	10,11
T5	Calcio 30% + Boro 1%	Racimo	0,30 kg /ha	9,44
T6	Calcio 8% + Boro 1%	Racimo	1,20 l/ha	10,22
T7	Testigo (sin aplicación)			10,22
Media			10,32	
Significación estadística			ns	
Coefficiente de variación			6,42	

ns = no significativo

En la Tabla 5, se presenta la variable de ratio, el análisis de varianzas alcanzó diferencias altamente significativas, el promedio general fue 1,62 cajas/racimo y el coeficiente de variación 9,18 %.

El tratamiento de Calcio 8% + Boro 1% al racimo en dosis de 1,20 l/ha mostró 1,97 cajas/racimo, estadísticamente igual a las aplicaciones de Calcio 30% + Boro 1% 0,30 kg/ha; Calcio 8% + Boro 1% 1,20 l/ha aplicados vía foliar; Calcio 30% + Boro 1% 0,30 kg/ha aplicado al racimo y testigo sin aplicación de productos y todos ellos superiores estadísticamente al tratamiento de Calcio 10% + Boro 0,3%, foliar o al racimo en dosis de 1,00 l/ha.

Tabla 5

Merma y ratio con la aplicación de Calcio y Boro vía foliar y al racimo en el cultivo de Banano (Musa spp)

Tratamientos				Merma (%)	Ratio (cajas/racimo)
Nº	Ingredientes Activos	Aplicación	Dosis/ha		
T1	Calcio 10% + Boro 0,3%	Foliar	1,00 L	28,00 a	1,48 b
T2	Calcio 30% + Boro 1%	Foliar	0,30 kg	24,00 ab	1,58 ab
T3	Calcio 8% + Boro 1%	Foliar	1,20 L	23,67 ab	1,57 ab
T4	Calcio 10% + Boro 0,3%	Racimo	1,00L	25,33 ab	1,35 b
T5	Calcio 30% + Boro 1%	Racimo	0,30 kg	16,00 b	1,67 ab
T6	Calcio 8% + Boro 1%	Racimo	1,20 L	14,67 b	1,97 a
T7	Testigo (sin aplicación)	-	-	18,67 ab	1,69 ab
Promedio general				21,48	1,62
Significancia estadística				*	**
Coeficiente de variación (%)				19,04	9,18

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

ns = no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

En la Tabla 6, se observa la variable rendimiento, el análisis de varianza demostró diferencias altamente significativas, el promedio general fue 30,42 kg/parcela y el coeficiente de variación 9,22 %.

El tratamiento en que se aplicó Calcio 8% + Boro 1% al racimo en dosis de 1,20 l/ha obtuvo mayor rendimiento con 37,00 kg/parcela, estadísticamente igual a las aplicaciones de Calcio 30% + Boro 1% 0,30 kg/ha; Calcio 8% + Boro 1% 1,20 L/ha aplicados vía foliar; Calcio 30% + Boro 1% 0,30 kg/ha aplicado al racimo, testigo sin aplicación de productos y superiores estadísticamente a la aplicación de Calcio 10% + Boro 0,3%, al racimo o foliar en dosis de 1,00 l/ha.

En lo referente a calidad, los tratamientos en que se aplicó Calcio 30% + Boro 1% 0,30 kg/ha vía foliar; Calcio 10% + Boro 0,3% 1,00 l/ha, Calcio 8% + Boro 1% 1,20 l/ha aplicados al racimo sobresalieron con 100 %, mientras que Calcio 30% + Boro 1% 0,30 kg/ha aplicado al racimo presentó 89 %. El análisis de varianza no alcanzó diferencias significativas, el promedio general fue 96 % y el coeficiente de variación 2,52 % (Tabla 6).

Tabla 6

Rendimiento y calidad con la aplicación de Calcio y Boro vía foliar y al racimo en el cultivo de Banano (Musa spp)

Tratamientos				Rendimiento (kg)	Calidad (%)
Nº	Ingredientes Activos	Aplicación	Dosis/ha		
T1	Calcio 10% + Boro 0,3%	Foliar	1,00 L	27,86 b	94
T2	Calcio 30% + Boro 1%	Foliar	0,30 kg	29,82 ab	100
T3	Calcio 8% + Boro 1%	Foliar	1,20 L	29,48 ab	94
T4	Calcio 10% + Boro 0,3%	Racimo	1,00L	25,37 b	100
T5	Calcio 30% + Boro 1%	Racimo	0,30 kg	31,52 ab	89
T6	Calcio 8% + Boro 1%	Racimo	1,20 L	37,00 a	100
T7	Testigo (sin aplicación)	-	-	31,86 ab	94
Promedio general				30,42	96
Significancia estadística				**	ns
Coeficiente de variación (%)				9,22	2,52

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

ns = no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

El análisis económico reflejó que todos los tratamientos fueron rentables, pero el único tratamiento que en beneficio neto superó al testigo sin aplicación resultó la aplicación de Calcio 8% + Boro 1% al racimo, en dosis de 1,20 l/ha con beneficio neto de \$ 12065,20 (Tabla 7).

Tabla 7

Análisis económico por hectárea anual en el estudio desarrollado con aplicaciones de Calcio y Boro vía foliar y al racimo en el cultivo de Banano (Musa spp)

Tratamientos			Ratio/ parcela	Ratio/ ha/año	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)			Beneficio neto (USD)	
Nº	Productos y Aplicación	Dosis				Fijos	Variables Costo de productos	Total		
T1	Ca10% + B 0,3%	Foliar	1,00 l	1,48	2926,20	18288,50	12127,91	779,94	12907,85	5380,62
T2	Ca30% + B 1%	Foliar	0,30 kg	1,58	3131,30	19570,60	12127,91	411,81	12539,72	7030,92
T3	Ca 8% + B 1%	Foliar	1,20 l	1,57	3096,10	19350,80	12127,91	935,93	13063,84	6287,00

N°	Tratamientos			Ratio/ parcela	Ratio/ ha/año	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)			Beneficio neto (USD)
	Productos y Aplicación	Dosis					Fijos	Variables Costo de productos	Total	
T4	Ca 10% + B 0,3%	Racimo	1,00 l	1,35	2664,40	16652,30	12127,91	72,79	12200,70	4451,56
T5	Ca 30% + B 1%	Racimo	0,30 kg	1,67	3309,60	20685,10	12127,91	38,44	12166,35	8518,72
T6	Ca 8% + B1%	Racimo	1,20 l	1,97	3884,90	24280,50	12127,91	87,35	12215,26	12065,20
T7	Testigo	-	-	1,69	3345,60	20909,90	12127,91	-	12127,91	8781,99

Calcio 10% + Boro 0,3% costo/l = \$ 15,00

Calcio 30% + Boro 1% costo/kg = \$ 24,00

Calcio 8% + Boro 1% costo/l = \$ 15,00

Costo caja = \$ 6,25

Conclusiones

- El uso de Calcio 8% + Boro 1% aplicado al racimo en dosis de 1,20 L/ha alcanzó mayor peso del racimo y del raquis.
- Utilizando Calcio 8% + Boro 1% en dosis de 1,20 L/ha vía foliar se obtuvo mayor longitud y aplicado al racimo mayor calibración del dedo central de la segunda mano.
- El uso de Calcio 8% + Boro 1% aplicado al racimo en dosis de 1,20 l/ha logró mayor peso del racimo y del raquis.
- El tratamiento que se aplicó Calcio 8% + Boro 1% con aminoácidos al racimo en dosis de 1,20 L/ha obtuvo mayor rendimiento, calidad y beneficio neto rentable de \$12065,20/ha/año.

Reconocimiento

El presente trabajo es realizado a partir del proyecto de investigación realizado previa a la obtención del grado de Ingeniero Agrónomo por el Sr. José Antonio Pérez Santos ex estudiante de la Universidad Técnica de Babahoyo. Los datos y demás contenido mostrados en el presente trabajo fueron obtenidos de Pérez (2017) con la debida autorización del autor.

Referencias

- Aznar, Y. (17 de 10 de 2001). *Caracterización fisiológica del bitter pit, aspectos nutricionales, fisiológicos y su diagnóstico*. Obtenido de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/2852/1/2001-Tesis%20Y.Aznar.pdf>
- Belalcázar, S., y J. Valencia. 1998. *Comportamiento de variedades de plátano*. En: M. Giraldo et al., editores, Seminario Internacional sobre Producción de Plátano. Corpoica, Armenia, Colombia. p. 21-25.
- Barzola, I. (2013). Estudio comparativo de un componente de nutrición en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca* L.) variedad Cavendish. Milagro.
- Carbotecnia. (05 de 09 de 2011). *Ficha técnica tecnocalcio*. Obtenido de <https://www.carbotecnia.com/abonos-fertilizantes>
- CEI-RD. (2009). *Perfil económico del banano*. Obtenido de http://www.cei-rd.gov.do/estudios_economicos/estudios_productos/perfiles/BANANO.pdf
- CIA/UCR. (01 de 02 de 2002). *Laboratorio de suelos y foliares*. Obtenido de <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizaci%C3%B3n%20Foliar.pdf>

- Espinoza, J., & Mite, F. (2002). *Búsqueda de la eficiencia en el uso de nutrientes en banano*. Recuperado el 06 de 04 de 2017, de [nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caea69705257a370058dad2/\\$FILE/Eficiencianutrientes.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caea69705257a370058dad2/$FILE/Eficiencianutrientes.pdf)
- Fabre, N. (2015). *Causas de pérdidas que se producen en la postcosecha de banano en la zona de Quevedo*. Obtenido de repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/75/1/T-UTEQ-0012.pdf
- Fao. (01 de 2000). *Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-ac304s.pdf>
- Figuerola, M. M., & Lupi, A. M. (2004). *Características y Fertilización del Cultivo de Banano*. Obtenido de <http://www.fertilizando.com/articulos/Caracteristicas%20y%20Fertilizacion%20Cultivo%20Banano.asp>
- Fonseca, E. L. V., Batista, R. M. G., Herrera, A. M., & Castro, A. R. S. (2019). Alternativas nutricionales eficientes en banano orgánico en la provincia El Oro, Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2(1), 151-159.
- Green Has Italia. (2013). *Catálogo de productos, nutrición vegetal*. *Revistas Italianas*, 58.
- Guerrero. (2004). *El diagnóstico cuantitativo de la fertilidad del suelo*. Colombia: Monómeros.
- Haifa. (2014). *Recomendaciones nutricionales para banano*. Obtenido de www.haifa-group.com/spanish/files/Spanish_website/.../Banana_Spanish.pdf
- Moreira. (2008). *Requerimientos nutricionales del cultivo de banano*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/94126514/Requerimientos-Nutricionales-de-Banano-Calcio>
- Montúfar, G. H. V., Ortiz, J. L. L., Coronel, A. L. E., & Remache, R. A. R. (2023). Nutrientes primarios y su efecto en el desarrollo de plántulas de banano (*Musa acuminata* AAA) de la variedad Williams. *Revista Multidisciplinaria de Desarrollo Agropecuario, Tecnológico, Empresarial y Humanista*, 5(2), 7-7.
- Moreira. (2008). *Requerimientos nutricionales del cultivo de banano*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/94126514/Requerimientos-Nutricionales-de-Banano-Calcio>
- Navarro, F. (2020). Efecto de la nutrición translamina en las características del racimo de banano (*Musa* AAA Var. Williams) en el cantón Valencia. Quevedo.
- Obando, V., Segura, R., y Sandoval, J. (2019). Comparación de dos disoluciones extractoras de boro y determinación de su contenido en el suelo y en la planta de banano. *Agronomía Costarricense*, 43(1), 35-45.
- Ordóñez, K. G. M., Guerrero, J. N. Q., y Batista, R. M. G. (2021). Efectos de la fertilización inyectada en plantas de banano (*Musa* × *paradisiaca* l) cultivar Williams en diferentes estados fenológicos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 130-140.
- Pérez, J. A. (2017). Efecto de la aplicación de Calcio y Boro, sobre la calidad y rendimiento del fruto de Banano (*Musa* spp) en el cantón Baba, Provincia de Los Ríos (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2017).
- Piedrahíta, O. (2009). *El Magnesio en el Banano*. Obtenido de http://www.nuprec.com/Nuprec_Sp_archivos/Literatura/Magnesio/Mg%20en%20Banano.pdf
- QuimiNet. (01 de 02 de 2008). *Quiminet corporación*. Obtenido de <http://www.quiminet.com/articulos/funciones-del-boro-en-las-plantas-26668.htm>
- Robinson, J., & Galan, V. (2012). *Plátanos y Bananas*. Mundi-Prensa S.A.
- Rodríguez. (1982). *Manual de Fertilización para Cultivos de Alto Rendimiento*. México: Continental.
- Rodríguez, F. (2012). *Factores de Precosecha que Afectan la Postcosecha de la Palta*. Obtenido de

<http://www.avocadosource.com/books/FerreyaRaul2012.pdf>

Soto, M. (2011). Situación y avances tecnológicos en la producción bananera mundial. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33, 13-28.

Stoller. (07 de 01 de 2016). *Ficha tecnica del Calcio 8% + Boro 1% Calcio*. Obtenido de [http://ficha%stoller%20tecnica%20de%20productos/3..%20FT-051-Calcio 8%+Boro 1%%208%25.pdf](http://ficha%stoller%20tecnica%20de%20productos/3..%20FT-051-Calcio%208%+Boro%201%208%25.pdf)

Trinidad, & Aguilar. (1999). *Fertilizacion foliar, respaldo importante en el rendimiento de cultivos*. Terra.

Urgiles, B. (2021). Efecto de quelatos en macro y micro nutrientes de forma foliar en el cultivo de banano (*Musa spp.*). Milagro.

Vargas, O. G., Quiroz, P. H. C., Castro, C. E. M., y Cadena, C. A. F. (2023). Análisis de las proyecciones del banano en Ecuador usando modelo de regresión y correlación de Pearson en los periodos 2014-2018. *Revista Científica FIPCAEC*, 8(2), 610-632.

Villaseñor, D., Noblecilla, Y., Luna, E., Molero, R., Barrezueta, S., Huarquilla, W., y Garzón, J. (2020). Respuesta óptima económica de la fertilización potásica sobre variables productivas del banano (*Musa spp.*). *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 36(2), 161-170