

Efecto de la inclusión de la fertilización foliar dentro del manejo fitosanitario sobre parámetros del rendimiento de banano en Ecuador (2020 -2023)

Guido Alexander Zurita^{1*}; Andrés Darío Zurita¹

¹Agroambiente, Estación Experimental Bana Field, Ecuador

***Autor de**

Correspondencia:

Guido Alexander Zurita
alexanderzurita@agroambiente.com.ec

Contribución:

Tecnológica

Sección:

Manejo de Suelos y
Nutrición

Recibido:

15 Diciembre, 2023

Aceptado:

15 Enero, 2024

Publicado:

15 Abril, 2024

Cita:

Alexander ZG y Darío ZA.
2024. Efecto de la inclusión
de la fertilización foliar
dentro del manejo
fitosanitario sobre
parámetros del rendimiento
de banano en Ecuador
(2020 -2023). *Acorbat
Revista de Tecnología y
Ciencia* 1(1): 11
<https://doi.org/10.62498/AR.TC.2411>

RESUMEN

Se analizaron dos ciclos de evaluación de dos formulaciones de fertilizantes foliares a base de CaO, MgO, Zn y B a diferentes dosis, frecuencias de aplicación, incorporados en el programa de aplicaciones con aceite parafínico. En el primer ciclo, el tratamiento T₆ (SCa+1.0 L ha⁻¹) mostró un efecto significativo en número de hojas, el contenido de clorofila en la hoja 4, el diámetro de los dedos, el peso del racimo y la ratio. Durante el segundo ciclo, al analizar la interacción en el análisis de varianza, tanto aritmético como multivariado, se identificaron como los tratamientos más efectivos en términos de variables de crecimiento y producción a T₅: SC+1.0 L ha⁻¹+7 aplicaciones y T₆: SC+1.0 L ha⁻¹+8 aplicaciones.

Palabras Clave: Williams, microelementos en hoja, estabilidad de mezclas, Nutrición.

ABSTRACT

Two evaluation cycles of two formulations of foliar fertilizers based on CaO, MgO, Zn and B at different doses, application frequencies, incorporated into the paraffinic oil application program were analyzed. In the first cycle, T₆ treatment (SCa+1.0 L ha⁻¹) showed a significant effect on number of leaves, the chlorophyll content in leaf 4, the diameter of the fingers, the weight of the cluster and ratio. During the second cycle, when analyzing the interaction in the analysis of variance, both arithmetic and multivariate, the most effective treatments in terms of growth and production variables at T₅ were identified: SC+1.0 L ha⁻¹+7 applications and T₆: SC+1.0 L ha⁻¹+8 applications.

Keywords: Williams, leaf minerals, mix stability, Nutrition.



INTRODUCCIÓN

Una estrategia efectiva para mejorar la aplicación de fertilizantes implica la fragmentación, tanto edáfica como foliar, durante etapas específicas del desarrollo fenológico. Las suspensiones concentradas son una alternativa en la nutrición foliar que permiten que las plantas utilicen los nutrientes de manera óptima porque se liberan gradualmente (Patiño, 2019).

Es así como aplicaciones foliares de calcio, mejoran procesos de división y elongación celular (Abarca, 2017). El boro actúa en actividad enzimática, síntesis de proteínas, elongación del tubo polínico, y, por supuesto, en la calidad y rendimiento del fruto (Siddique et al., 2020). Durante fases críticas como la floración y la formación de frutos, las aplicaciones foliares de boro, cobre, magnesio, manganeso y zinc son mucho más efectivas a nivel foliar, con una efectividad de 10 a 20 veces superior en comparación con la aplicación edáfica (Rokaya et al., 2019).

En tanto que, una de las complicaciones previo a la aplicación de fertilizantes foliares y bioestimulantes en banano se relaciona con la compatibilidad de la mezcla con aceite parafínico y fungicidas. Se ha observado que algunos compuestos de estos productos propician la formación de precipitados, lo que resulta en variaciones en el pH de la mezcla (Azofeifa et al., 2010). En ocasiones, la inclusión de estos productos en los planes de manejo, entre ellos los quelatos, se restringe a los meses de menor precipitación (Avilés, 2022). Esto se debe a que, en ausencia de la posibilidad de realizar mezclas adecuadas, los productos deben aplicarse de forma individual, lo que conlleva un aumento de los costos de producción.

De tal modo que la generación de nuevos productos para aplicación foliar involucra el uso de tecnologías que permitan la estabilidad de la mezcla con fungicidas y aceite. Para lo cual es primordial conocer los efectos de cada producto en función de la dosis y frecuencia de aplicación, pruebas de compatibilidad. El tipo de formulación influye de forma determinante en alcanzar una adecuada mezcla, sin reducir la eficacia del fungicida, mientras se obtiene estabilidad.

Es por ello, que el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de aplicaciones foliares de dos formulaciones, ambas a base de: CaO, MgO, Zn y B; a diferente dosis, frecuencias de aplicación. Incorporado en un programa de aplicaciones convencionales con aceite parafínico para medir su respuesta en la fase de crecimiento, severidad de sigatoka negra y rendimiento de banano.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la provincia de Esmeraldas, cantón Quinindé, parroquia La Unión durante noviembre 2020 a agosto 2021 (primer ciclo de cultivo, R0) y junio 2022 a mayo 2023 (plantas generación R3). Se registró el promedio de las siguientes variables climáticas durante el primer período: 24.9 °C, humedad relativa 91.5 % y precipitación 2420 mm. Mientras que en el segundo período: 24.82 °C, humedad relativa 93.26 % y precipitación 1985 mm.

Las evaluaciones se llevaron a cabo en la Estación Experimental Banana Field de la empresa Agroambiente. El sitio de experimentación tiene un suelo Fluventic Eutrudepts (KGDQ) de textura franca, estructura tipo granular a bloques subangulares, de tamaño medio y de grado moderado. El análisis químico a 30 cm de profundidad mostró: pH 6.86, N 0.16 %, P 19.5 mg kg⁻¹, K 0.91 cmol kg⁻¹, Ca 11.81 cmol kg⁻¹, Mg 1.44 cmol kg⁻¹, Zn 5.83 mg kg⁻¹.

Para los dos ciclos de evaluación, el material vegetal utilizado fue la variedad Williams, que provino de meristemos. Las plantas se trasplantaron con una distancia de siembra de 2.5 m (plantas) x 2.5 m (filas) en un esquema tres bolillos. Al igual que recibieron fertilización edáfica base, labores culturales y control fitosanitario de acuerdo con buenas prácticas agrícolas. Las unidades experimentales estuvieron delimitadas por plantas de *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides* con la finalidad de evitar interferencia entre tratamientos. Los experimentos se diseñaron bajo un esquema de bloques completos al azar (DBCA), con 10 plantas por cada parcela.

En el primer ciclo se evaluaron tres dosis (0.5, 1 y 1.5 L ha⁻¹) y dos formulaciones diferentes [1: Suspensión Concentrada (SC); 2: Suspensión Concentrada con una fracción de aceite (SCa)] a base de CaO 28.6 %, MgO 16.6 %, Zn 15.7 % y B 1.7 % en seis momentos de aplicación, con un testigo y un comparativo comercial a base de quelatos: Ca, Mg, B y Zn, con un total de nueve tratamientos.

Para el segundo ciclo, se utilizó el T₃ (SC+1.0 L ha⁻¹) por la estabilidad de la mezcla con fungicidas. Se evaluó diferente número de aplicaciones foliares dentro de un programa fitosanitario (4, 5, 6, 7 y 8 aplicaciones ciclo⁻¹), dos tratamientos adicionales con fertilizante (Fert.) a dosis media y baja, un testigo sin nutrición foliar y un programa referencial de quelatos: Ca, Mg, B y Zn.

Las aplicaciones iniciales se realizaron con equipo pulverizador de CO₂ con boquillas Magnojet de ultra bajo volumen, para simular un gasto de agua de 22 a 23 L

ha⁻¹. Las últimas aplicaciones, se efectuaron con nebulizadores Stihl (Modelo SR-430) con válvulas de ultra bajo volumen para el mismo gasto de agua. Todas las aplicaciones se dirigieron a las hojas: bandera, 1, 2 y 3. Para la preparación de mezclas se utilizó un agitador profesional BOECO OST 25, a 1500 revoluciones por minuto (rpm), para cumplir con el proceso previo de agitación similar a las aplicaciones comerciales.

En el primer ciclo, se realizaron análisis foliares de acuerdo con el método de Calderón y Olarte, (2002); López y Espinosa, (1995) después de 10 días de cada aplicación hasta el momento de parición de las plantas. Las variables altura de planta, número de hojas, circunferencia de pseudotallo, contenido de clorofila en hojas 2, 3 y 4 (Dispositivo atLEAF) fueron evaluadas cada tres semanas en cada planta. Al momento de la cosecha, se registró longitud y diámetro de dedos, número de manos racimo⁻¹, peso de manos, número de dedos por mano, peso de racimos y ratio (cajas racimo⁻¹).

Una vez con los datos de los dos ciclos de experimentación, se realizó la verificación de las pruebas de homogeneidad de varianzas y normalidad de errores. De ahí se continuó con el análisis de varianza por variable y se aplicaron pruebas de comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estabilidad física de las mezclas

Se determinó la estabilidad de la formulación SC en varias mezclas con los fungicidas más utilizados del mercado. El pH estuvo en un rango de 4.23 a 4.95, lo cual es común para las aplicaciones aéreas. Por lo general, los agroquímicos se ven afectados en pH superior a 7.5 sufriendo una rápida degradación (Deer y Beard, 2001; Azofeifa et al., 2010). Se registró estabilidad de la mezcla (SC + diferentes fungicidas) a los 30 a 45 minutos. Mientras que existió un segundo grupo con una estabilidad menor a 15 minutos (Cuadro 1). Por otro lado, las mezclas de los tratamientos con quelatos + fungicidas, tuvieron una separación inmediata desde el primer minuto.

La evidencia mostró que los programas de nutrición foliar (Formulación SC) evaluados durante el segundo ciclo fueron compatibles con el manejo fitosanitario para el control de sigatoka negra. Además, que mantuvieron los niveles de control en la misma categoría estadística que sin la aplicación de nutrientes para las variables estado evolutivo (preaviso biológico) ($P=0.3069$) y promedio ponderado de infección (Stover

modificado) ($P= 0.3396$). Incluso se registró una leve disminución de la enfermedad en los tratamientos que tuvieron elementos menores en la formulación SC.

Cuadro 1. Estabilidad y desempeño de mezclas de ingredientes activos con la formulación SC.

Mezcla	Fungicidas (Ingrediente activo)	
	30 a 45 minutos	< 15 minutos
1	Swinglea glutinosa 967 g/L, SL	Mancozeb 600 g/L, SC
		Pyrimethanil 600 g/L, SC
2	Swinglea glutinosa 967 g/L, SL	Fenpropimorph 375 g/L
		Pyraclostrobin 100 g/L, EC
3	Diethofencarb 250 g/L, SC	Fenpicoxamid 130 g/L, SC
4	Pyrimethanil 600 g/L, SC	Mancozeb 600 g/L, SC
5	Fenpicoxamid 130 g/L, SC	Epoxiconazole 75 g/L, EC
6	Swinglea glutinosa 967 g/L, SL	Pyrimethanil 600 g/L, SC
7	Diethofencarb 250 g/L, SC	Pyrimethanil 600 g/L, SC
8	Isopyrazam 125 g/L, EC	Mancozeb 600 g/L, SC

Crecimiento vegetativo

En los dos ciclos de experimentación (2020-2021 y 2022-2023) no registraron diferencias estadísticas entre tratamientos (p -valor <0.05) para altura de planta y circunferencia de pseudotallo.

Para la variable número de hojas existió diferencia estadística en el primer ciclo, al aplicar la formulación “SCa” con la dosis media [1 L ha^{-1}] (T_6 : 12.72 hojas planta⁻¹) superior al T_1 (testigo absoluto: 11.59 hojas planta⁻¹) y T_9 (Comercial: 11.55 hojas

planta⁻¹). En tanto que, para contenido de clorofila, tuvo significancia en la hoja N° 4 para el mismo tratamiento T₆ (73.13 µg cm⁻²) contrastado con el T₁ (70.93 µg cm⁻²).

Se infiere que este aumento podría haber ocurrido como consecuencia de la fertilización foliar, porque la presencia del elemento magnesio, es un componente fundamental de la clorofila, la molécula responsable del color verde en las plantas. (Balarezo, 2018).

Análisis foliar

Para el primer ciclo, se identificó diferencia estadística en el contenido de zinc para el T₄ (SC 1.5 L ha⁻¹: 43.45 ppm) en comparación con el T₁ (testigo absoluto: 18.28 ppm). Todos los tratamientos tratados fueron superiores al T₁. Por lo contrario, para concentración de hierro, destacó estadísticamente el T₈ (Fertilización con quelatos), T₆ (SCa+1.5 L ha⁻¹) y T₄ (1.5 L ha⁻¹) contratado con el T₁ y el resto de los tratamientos. En calcio y magnesio hubo incrementos comparados con el T₁, aunque no presentaron interacciones entre tratamientos (p=0.7728 y p=0.4041 respectivamente).

Variables productivas

Diámetro de dedos: Para el primer ciclo, se evidenció diferencia significativa para tratamientos (p= 0.0113), destacándose el T₆ (SCa+1.0 L ha⁻¹) en comparación con el T₁ (testigo absoluto). Todos los tratamientos tuvieron valores superiores a T₁. Por otra parte, para el segundo ciclo no existieron diferencias (p= 0.4090).

Longitud de dedos: no existió diferencia estadística para los dos ciclos de evaluación (p= 0.4252 y p= 0.3353).

Peso de manos y número de dedos mano-1: no se identificaron diferencias estadísticas en ninguno de los dos ciclos (p-valor <0.05). No obstante, se observó que los tratamientos T₅ (SCa 0.5 L ha⁻¹), T₆ (SCa 1.0 L ha⁻¹) y T₇ (SCa 1.5 L ha⁻¹) mostraron valores superiores a la media general y T₁ en el primer ciclo.

Peso de racimos: Se evidenció diferencia estadística entre tratamientos para el primer ciclo destacando el T₆ (30.66 kg racimo⁻¹) en comparación con el T₁ (26.27 kg racimo⁻¹) y T₉ (28.23 kg racimo⁻¹). Mientras que para el segundo ciclo de evaluación no existió diferencia significativa para tratamientos, sin embargo, todos los tratamientos tratados tuvieron incrementos porcentuales superiores al T₁ en 10.25 (T₆: 8 aplicaciones), 10.95 (T₅: 7 aplicaciones) y 15.54 (T₃: 5 aplicaciones).

Ratio (cajas racimo⁻¹): durante el primer ciclo se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos ($p = 0.0485$). El T₆ se ubicó en el primer rango (1.09 cajas racimo⁻¹), seguido de T₅ (SCa+0.5 L ha⁻¹), T₇ (SCa+1.5 L ha⁻¹), T₄ (SC+1.5 L ha⁻¹) y T₂ (SC+0.5 L ha⁻¹) con 1.00, 0.97, 0.99 y 0.90 cajas racimo⁻¹ respectivamente. El último rango fue para el T₁ (testigo) con 0.83 cajas racimo⁻¹. En cuanto al segundo ciclo, no se identificaron diferencias estadísticas ($p = 0.8104$) sin embargo, se evidenció un incremento notable en la media global. Lo cual se ha visto en bananeras comerciales a partir de la generación R1. Del mismo modo, los tratamientos tratados T₄ (1.36 cajas racimo⁻¹: 6 aplicaciones), T₅ (1.44 cajas racimo⁻¹: 7 aplicaciones), T₆ (1.43 cajas racimo⁻¹: 8 aplicaciones) fueron superiores al T₁ (testigo: 1.26 cajas racimo⁻¹). La aplicación de los nutrientes en forma de quelatos con cinco aplicaciones mostró valores superiores al testigo y se presentó en un nivel comparable con seis aplicaciones de la formulación SC.

Análisis multivariado

Los análisis comparativos arrojan información de tipo visual, de ahí que la figura multivariada correlaciona las variables analizadas con los tratamientos en estudio. En el análisis del segundo ciclo (Biplot), los puntos amarillos representan las variables analizadas y los puntos de color azul a los tratamientos.

Se observan las variables productivas peso de racimo, peso de manos, número de dedos, ratio, mismas que se encontraron asociadas a los tratamientos de mayor número de aplicaciones por ciclo (T₅: SC+7 app y T₆: SC+8 app). Para el tratamiento T₁ (testigo), no se encontró asociado a ninguna de las variables productivas y más bien relacionado con la variable de peso de desecho. Lo cual implica un efecto favorable del programa de aplicación de nutrientes vía foliar en el incremento de la calidad de los frutos (Figura 1), contrario a los hallazgos de Pérez (2017) que reportó mayores valores de desecho con aplicaciones foliares de Ca + B.

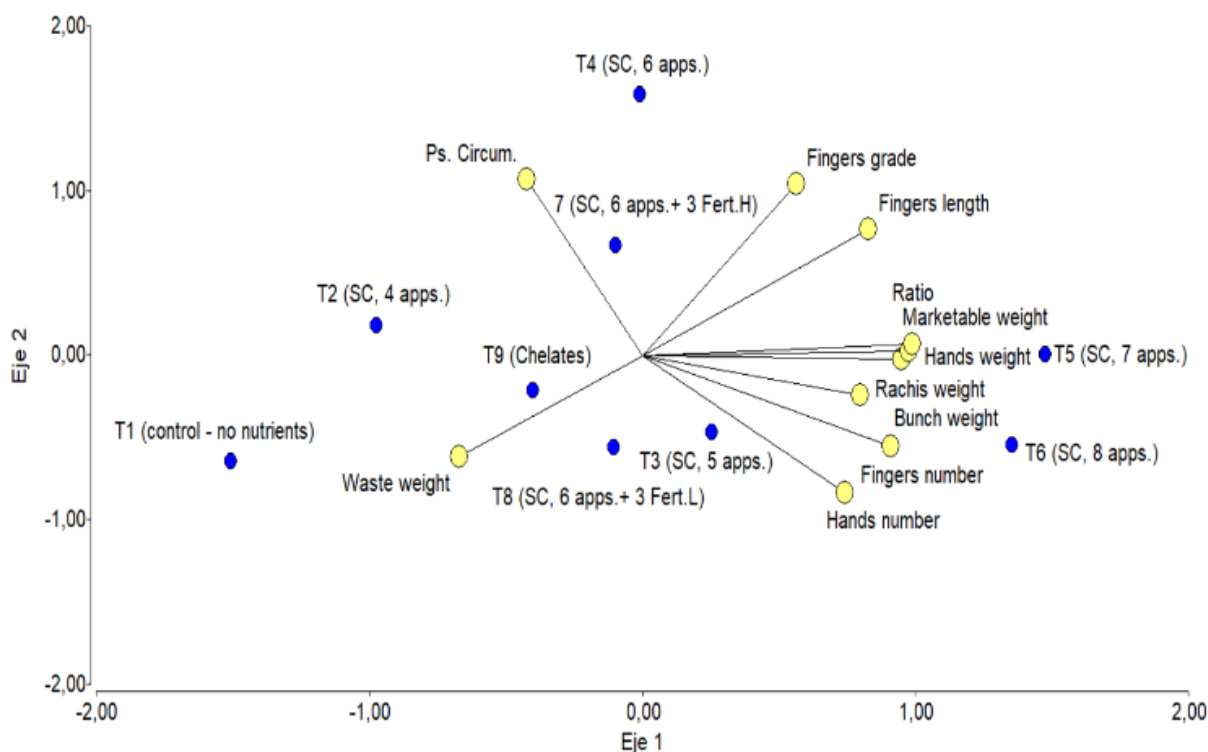


Figura 1. Análisis multivariado Biplot del segundo ciclo

CONCLUSIONES

Los programas de nutrición foliar con la formulación SC, fueron compatibles con el manejo fitosanitario para el control de sigatoka negra porque se mantuvieron los niveles de control en la misma categoría que sin la aplicación de nutrientes.

Para el primer ciclo, existió efecto significativo del tratamiento T₆ (SCa+1.0 L ha⁻¹) para número de hojas, contenido de clorofila hoja 4, diámetro de dedos, peso racimo y ratio.

Para el segundo ciclo, los mejores tratamientos en términos de las variables de crecimiento y producción, analizando su interacción en el análisis de varianza, aritmético y multivariado fueron T₅: SC+7 app y T₆: SC+8 app.

REFERENCIAS

1. Abarca, J. (2017). Efecto de la fertilización con calcio en la fruta de banano (*Musa* AAA cv. Gal) para el control de la mancha de madurez. Universidad de Costa Rica.
2. Avilés, M. (2022). Estudio de la frecuencia de aplicación de abono foliar mediante el uso de avioneta en plantaciones de banano (*Musa* AAA) en Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo.
3. Azofeifa, D., Martínez, I., Furcal, P., Serrano, E., & Guzmán, M. (2010). fertilización foliar con Ca, Mg, Zn y B en banano (*Musa* AAA, CV. Grande naine): Efecto sobre la severidad de la sigatoka negra, el crecimiento y la producción. CORBANA, 49–65.
4. Balarezo, R. (2018). Efecto de la aplicación de un fertilizante foliar de lenta liberación aplicado en una plantilla de banano *Musa* spp. Universidad Técnica de Machala.
5. Calderón, F., & Olarte, S. (2002). Métodos de muestreo foliar.
6. Deer, H., & Beard, R. (2001). Effect of water pH on the chemical stability of pesticides.
7. Gómez, D., Sánchez, J., Velásquez, J., Gamboa, J., & Bedoya, C. (2011). Influencia del balance con micronutrientes (B-Zn) en la productividad del banano y la severidad de *Mycosphaerella fijiensis*. Ingenierías & Amazonia, 4(2), 88–102.
8. López, A., & Espinosa, J. (1995). Manual de fertilización y nutrición en banano.
9. Patiño, O. (2019). Suspensiones concentradas: una alternativa con muchas ventajas en la nutrición foliar. Metroflor Agro.
10. Pérez, J. (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. Universidad Técnica de Babahoyo.
11. Siddique, M. A., Saqib, M., Abbas, G., Wahab, H. A., Ahmad, N., Khalid, M., & Akhtar, J. (2020). Foliar and soil-applied micronutrients improve yield and quality of kinnow (*Citrus reticulata* Blanco). Pakistan Journal Agriculture Science 57(6), 1539-1547.
12. Rokaya, P., Baral, D., Gautam, D., Shrestha, A., & Paudyal, K. (2019). Effects of foliar application of urea and micronutrients on yield and fruit quality of mandarin (*Citrus reticulata* blanco). Journal of Agriculture and Forestry University, 3, 63.