Respuesta de diferentes dosis y fuentes de fertilización potásica sobre la productividad del banano (Mussasp)

Response of different doses and sources of potassic fertilization on the banana productivity

William Huarquila Henríquez, Carlos González Porras, Diego Villaseñor Ortiz
dvillasenor@utmachala.edu.ec

RESUMEN

El cultivo de banano representa una actividad económica importante en el Ecuador, sus niveles de producción, demandan grandes cantidades de nutrientes, entre ellos el potasio (K) y el nitrógeno (N), que sin un manejo adecuado conllevan a detrimentos productivos y ambientales. Se planteó un experimento en dos localidades de la provincia de El Oro, para medir la respuesta de diferentes dosis y fuentes de K. Los resultados nos mostraron que la fuente de K a nivel de 700 kg ha^{-1} año a base de nitrato de potasio logró un incremento del 33% de productividad frente a dosis crecientes de nitrato de potasio y cloruro de potasio.

Palabras clave: Cloruro de potasio, nitrato de potasio, productividad de banano.

ABSTRACT

Banana cultivation represents an important economic activity in Ecuador, its production levels, demand large amounts of nutrients, including potassium (K) and nitrogen (N), which without proper management lead to productive and environmental detriments. An experiment was proposed in two locations in the province of El Oro, to measure the response of different doses and sources of K. The results showed that the source of K at the level of 700 kg ha-1 year based on potassium nitrate achieved an increase of 33% in productivity against increasing doses of potassium nitrate and potassium chloride.

Keywords: Potassium chloride, potassium nitrate, banana productivity.

INTRODUCCIÓN

El Banano (Mussaspp.) está entre las frutas de mayor consumo y producción a nivel mundial (FAO, 2012; Vazquezshy y Karina, 2012). En el contexto ecuatoriano, el cultivo representa la primera divisa de ingresos fiscales de exportaciones no petroleras (Baquero, Fernández, y Garzón, 2004); donde, según datos del MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca), la producción se centra en las provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas, El Oro y

Esmeraldas (Proecuador, 2016), siendo la provincia de Los Ríos la de mayor productividad y El Oro la de mayor superficie de siembra (SINAGAP, 2014).

La actividad bananera, se caracteriza por una gran demanda de nutrientes minerales desde el suelo, y la necesidad de un suministro equilibrado entre ellos (Teixeira, Santos y Bataglia, 2002; Ciampitti, García, y Acassuso, 2007); en este contexto, la demanda del nutriente potasio (K), supera las necesidades de nitrógeno (N) y fósforo (P), en función de sostener un crecimiento adecuado y niveles óptimos de producción (Kumar yKumar, 2008).

El K es absorbido por las plantas en forma de ion K^+ y es el catión más abundante en las células de la planta (Marschner, 2011). La función primaria del K está ligada al transporte y acumulación de azúcares dentro de la planta y permite el incremento de peso por reserva de biomasa en los frutos (Barker yPilbeam, 2015).

Dentro de las fuentes fertilizantes a base de K existentes en el mercado, el Cloruro de potasio (KCl) o más conocido como Muriato de Potasio (MOP) es el producto más utilizado por su alto contenido de óxido de potasio (K_2O 60%) (Bruulsema, Fixen, y Sulewski, 2013) y representa una opción técnica para suplir la demanda que requiere el cultivo; sin embargo, la toxicidad del cloruro (Cl), contenido en el fertilizante, representa un serio problema que limita el crecimiento de las plantas causando al mismo tiempo daños ambientales (Nalina, 2002; Marschner, 2011; Raghupathi y Ganeshamurthy, 2014).

En el banano los niveles de Cl se estiman en rangos entre 9200 - 9900 mg kg^{-1} en el tejido foliar y es por este motivo que musáceas como el banano, demandan altas cantidades de K y tangencialmente acumulan altos tenores de Cl, una vez que la fuente más común (menor costo) es el KCl o MOP (Prado, 2008).

En este mismo contexto, la forma química del N utilizada en los cultivos, también puede afectar la absorción de cationes y aniones del suelo. En estudios realizados por Noller & Rhykerd (1974), indicaron que el uso de una fuente de N a través de nitratos ($N\text{-}NO_3^-$) sinergiza con la extracción de cationes como calcio (Ca^{++}), magnesio (Mg^{++}) y potasio (K^+), recomendando que para un comportamiento diferenciado de extracción, podría ser más eficiente el uso de fuentes nítricas al suelo. Con estos antecedentes, se ha establecido el objetivo de comparar distintas dosis de potasio y nitrógeno, sobre variables fenológicas y productivas del cultivo de banano, bajo las condiciones edafoclimáticas de la provincia de El Oro, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localidades y material vegetal: La fase experimental del proyecto se llevó a cabo en dos haciendas bananeras de la provincia de El Oro en Ecuador, ubicadas en las localidades de *La Primavera* (Latitud 79º53´45" oeste y Longitud 3º14´39" sur) y "El Guabo" (Latitud 79º84´42" oeste y Longitud 3º24´12" sur). La región se caracteriza por poseer un clima tropical, megatérmico seco a semihúmedo (Pourrut, Gómez, Bermeo, y Segovia, 1995).

La temperatura media anual es de 28ºC con una mínima de 22ºC y una máxima de 30ºC, la humedad relativa tiende a superar el 75% (Samaniego-Rojas, Eguiguren, Maita, y Aguirre, 2016); las precipitaciones ocurridas durante el desarrollo del ensayo fueron de 1200 mm, con un pico máximo durante los meses de febrero a abril.

Los suelos de esta zona corresponden al subgrupo Aquic Dystrustepts (Villaseñor, Chabla, y Luna, 2016) que fueron formados por material parental metamórfico y sedimentario, de las partes altas de la cuenca del río Jubones, caracterizado por poseer un alto contenido de minerales primarios (Espinosa, Moreno, y Bernal, 2017). El material vegetal utilizado fueron plantas del cultivo de banano (Mussaspp, Cavendish cv, Vallery), las que están distribuidas en un espaciado de 1,8 m entre plantas y 2.0 entre hileras.

Colecta de muestras de suelos y tejido foliar: Previo al establecimiento del ensayo, se colectaron al azar 30 submuestras (0 -30 cm) de suelo para generar una muestra compuesta de cada localidad, de acuerdo con lo descrito por (Bruulsema et al., 2013), con la finalidad de determinar las características físicas y nutricionales de los suelos.

El tejido foliar fue muestreado de acuerdo con las recomendaciones de (Martin-Prével, 1974), que constituyó en la colecta de la porción central del limbo de la tercera hoja, contando a partir del ápice al momento de la floración y con un hijo (planta anexa que depende fisiológicamente de la planta muestreada) que supere 1,50 m de altura.

Las muestras tanto de suelos y foliares, fueron procesadas y analizadas en sus niveles óptimos nutricionales por un laboratorio especializado (Agrarprojekt) siguiendo métodos estandarizados de procesamiento físico y químico de suelos y tejidos foliares. Los resultados de los análisis químicos de suelos y tejido foliar, se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Propiedades físico-químicas de los suelos (0–30 cm) previo al inicio del experimento

Parámetro	Localidad	
	La Primavera	El Guabo
Materia orgánica, %	3,9	6,2
Clase textural	Arcillo limosa	Limo arcillosa
Conductividad eléctrica, mS cm^{-1}	0,36	0,27
pH (en H_2O)	7,9	7,3
pH (en KCl)	7,1	6,7
Nitrato (NO_3-N), mg kg^{-1}	6,2	11,3
Amonio (N-NH_4), mg kg^{-1}	3,7	3,1
Nitrógeno (N) Total, mg kg^{-1}	9,9	14,4
Fósforo (P), mg kg^{-1}	15,6	24,4
Potasio (K), mg kg^{-1}	62,5	50,5
Magnesio (Mg), mg kg^{-1}	150	213
Calcio (Ca), mg kg^{-1}	815	935
Azufre (S), mg kg^{-1}	14,8	12,1
Hierro (Fe), mg kg^{-1}	27,4	51,0
Manganeso (Mn), mg kg^{-1}	21,4	32,4
Cobre (Cu), mg kg^{-1}	8,7	3,4
Zinc (Zn), mg kg^{-1}	1,7	3,6
Boro (B), mg kg^{-1}	0,18	0,17
Sodio (Na), mg kg^{-1}	67,1	21,8
Cloruro (Cl-1), mg kg^{-1}	23,1	21,5
Sales totales, mg kg^{-1}	300	225

Unidad experimental y manejo de los ensayos: Los ensayos fueron establecidos durante el período de marzo a diciembre de 2016, se realizaron conteos poblacionales (pogos) en las dos localidades y se identificó una densidad de siembra de entre 1400 a 1600 plantas ha^{-1}, donde se monitorearon cinco plantas por parcela (hijos de las plantas recientemente florecidas que superasen el 1,5 m de altura).

La unidad experimental estuvo estructurada por parcelas de 90 m^2 (9 m x 10 m), dentro de las cuales se identificaron 5 plantas en el centro de cada parcela de experimentación, para evitar el efecto borde. El experimento contó con cinco tratamientos y cinco repeticiones en dos localidades, en un diseño de bloques completamente al azar, mismos que llevaron una fertilización base de N, P_2O_5, K_2O, CaO y SO_4.

A los ensayos, se le aplicaron todas las prácticas agronómicas que requiere el cultivo: deshije, control de malezas, desmane, apuntalamiento, enfunde, deshoje fitosanitario, riegos y

drenaje, control de sigatoka y fertilización, la cual se realizó durante los 9 a 10 meses de duración delexperimento de acuerdo a los tratamientos planteados, fraccionando las dosis en aplicaciones mensuales y tomando en cuenta las recomendaciones nutricionales sugeridas por (López et al., 1995) en función del suministro nutricional de los suelos de cada localidad (tabla 2).

Tabla 2.Tratamientos evaluados en el experimento

Tratamientos	Nutrientes (kg ha^{-1} año)					
	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	SO_4
T1 (Testigo)	400	100	0	50	0	50
T2 (fuente K=KCl)	400	100	700	50	0	50
T3 (fuente K= KNO_3 75% dr*)	400	100	538	50	0	50
T4 (fuente K= KNO_3 100% dr*)	400	100	700	50	0	50
T5 (fuente K= KNO_3 125% dr*)	400	100	875	50	0	50

*dr= Dosis de nutriente en base al requerimiento dado por el análisis de suelos.

Tratamientos y diseño experimental: Los tratamientos evaluados fueron: 1) control sin fertilización; 2) dosis recomendada de K al 100% con fuente muriato de potasio (60% K_2O); 3) dosis recomendada al 75% de K con fuente nitrato de potasio (45% K_2O); 4) dosis recomendada al 100% con fuente Nitrato de potasio (45% K_2O); 5) dosis recomendada al 125% con fuente Nitrato de potasio (45% K_2O) (Tabla 3).Cada tratamiento contó con cinco réplicas.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar. Los resultados considerados como una población normalizada fueron sometidos a análisis de varianza, y las diferencias de medias fueron procesadas con el test de Duncan para un 5% de significancia. Para todos estos análisis se empleó el software SAS System versión 6.0 (SasInstitute, 1989).

Las evaluaciones fueron de 2 tipos, Fenológicas: 1) altura de plantas (m), 2) diámetro de la circunferencia del pseudotallo (cm), 3) número de hojas a la floración, 4) número de semanas a la floración, y Productivas: 1). número de manos por racimo, 2) número de dedos por racimo 3) peso del racimo, 4) número de cajas por racimo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de las variables fenológicas

Los resultados de la comparación de alturas de plantas, diámetro de la circunferencia del pseudotallo y número de semanas a la floración en las localidades de La Primavera y El Guabo, se presentan en las figura 1, 2, 3, 4 respectivamente. El tratamiento que demostró una

mejor respuesta en altura de plantas y diámetro de circunferencia de pseudotallo (figuras 1 y 2), fue el T4 en ambas localidades, donde se usó la dosis de 700 kg ha^{-1} de K_2O, en forma de nitrato de potasio (KNO_3). Las variables mencionadas presentaron diferencias estadísticas significativas ($p<0,05$) entre tratamientos, evidenciando que la fertilización con KNO_3, tuvo un efecto importante en el desarrollo de las plantas y el diámetro del pseudotallo.

Figura 1. Altura de plantas de Banano para dos localidades fertilizadas con distintas dosis y fuentes de K. Letras distintas para la misma localidad indican diferencias ($p<0,05$). T1: control sin fertilización. T2: 700 kg (K_2O) ha^{-1} de MOP. T3: 525 kg (K_2O) ha^{-1} de NK. T4: 700 kg (K_2O) ha^{-1} de NK. T5: 875 kg (K_2O) ha^{-1} de NK

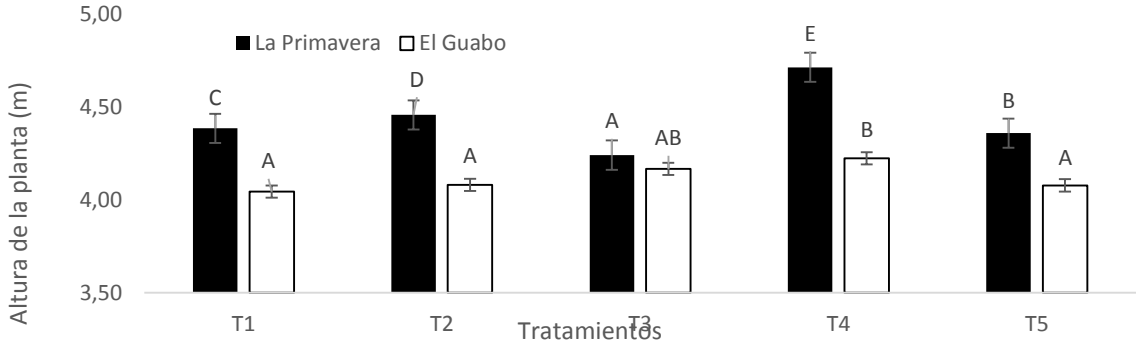
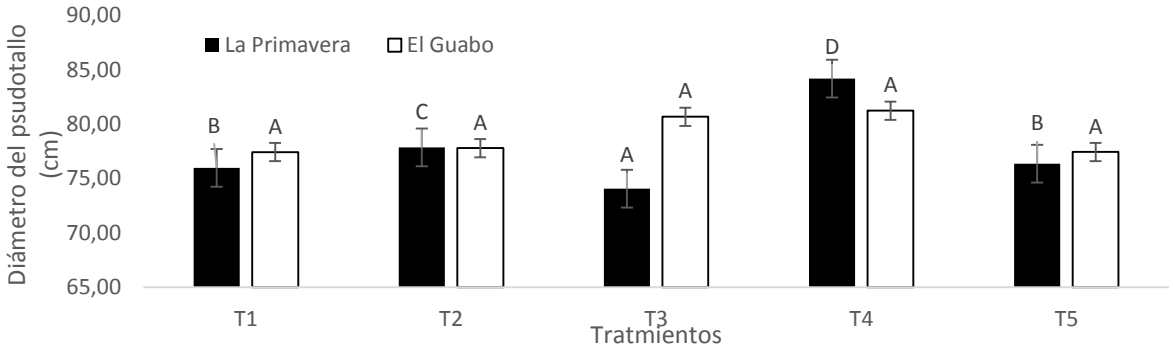


Figura 2. Diámetro de la circunferencia del pseudotallo de plantas de Banano para dos localidades fertilizadas con distintas dosis y fuentes de K. Letras distintas para la misma localidad indican diferencias ($p<0,05$). T1: control sin fertilización. T2: 700 kg (K_2O) ha^{-1} de MOP. T3: 525 kg (K_2O) ha^{-1} de NK. T4: 700 kg (K_2O) ha^{-1} de NK. T5: 875 kg (K_2O) ha^{-1} de NK



Este comportamiento puede explicarse, dado que el pseudotallo reserva cantidades importantes de agua y biomasa y el K y el N, son elementos que contribuyen a su acumulación de agua a nivel celular(Marschner, 2011), también (Epstein et al., 1972) sostienen que el K, se desempeña como el mayor osmolito a nivel celular y que permite el mantenimiento de la

turgencia y el equilibrio osmótico de las células. Según lo expuesto por (Prado, 2008), una mayor proporción de N en forma de nitrato ($N\text{-}NO_3^-$) es más ventajosa para el crecimiento de las plantas, que una mayor proporción de N en forma de amonio ($N\text{-}NH_4^+$).

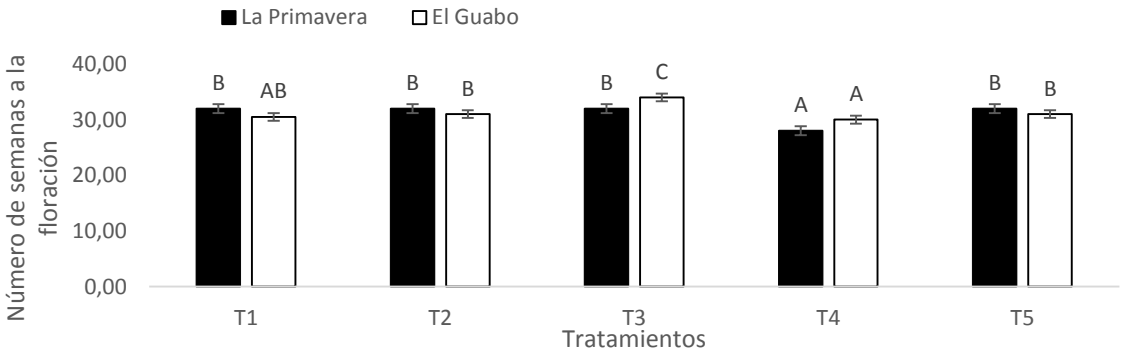
Estos resultados concuerdan con lo reportado por (Kumar yWagenet, 1985; Keshavan, Kavino, yPonnuswami, 2011) quienes indican que procesos como la lixiviación y volatilización aceleran pérdidas de N, especialmente cuando se ha utilizado urea como fuente fertilizante de N. En cuanto al mayor número de hojas (14,3 y 12,7 unidades) se observaron diferencias significativas ($p<0,05$) en el tratamiento que se utilizó una dosis de 700 kg ha^{-1} de K_2O con fuente cloruro de potasio (KCl) (T2) para las dos localidades (figura 3).

Turner, 1969; Keshavan et al., 2011; Mustaffa yKumar (2012) indicaron que la producción de hojas de banano depende principalmente de factores nutricionales, genéticos y climáticos. Un mejor crecimiento vegetativo debido a este tratamiento puede deberse a la disponibilidad continua de N desde la etapa inicial hasta el momento de la floración, garantizado mediante la aplicación de nitrato de calcio (Ca_2NO_3) y urea, que generaron una proporción entre las dos fuentes nitrogenadas ($N\text{-}NO_3$ y $N\text{-}NH_4$) utilizadas en el experimento.

Unos de los parámetros de producción del cultivo de banano es el número de hojas funcionales (Simmonds, 1966). Cualquier evento externo (problemas fitosanitarios, desbalances nutricionales) que disminuyan el número de hojas funcionales, podrían generar un efecto adverso sobre la formación del racimo y su desarrollo hasta la madurez (Chillet, Abadie, Hubert, Chilin-Charles, y de Lapeyre de Bellaire, 2009), de la misma forma la longevidad de las hojas tiene una influencia directa sobre la fructificación (Hazarika, Bhattacharyya yNautiyal, 2015).

En el presente estudio, se contabilizaron las semanas que duró la emisión de la inflorescencia desde el inicio del ensayo (figura 3), y se pudieron detectar diferencias significativas ($p<0,05$) en la respuesta del tratamiento T4, que incluyó una dosis de 700 kg ha^{-1} de K_2O en forma de KNO_3 el mismo que arrojó resultados significativamente distintos al resto de los tratamientos evaluados en las dos localidades, donde se puede ver que a diferencia de los otros tratamientos la emisión de la inflorescencia se adelantó un promedio de 2 semanas, frente al resto de tratamientos. El desarrollo del racimo del cultivo de banano, incluye la fase vegetativa del mismo donde toda práctica demanejo debería tener como objetivo la reducción del tiempo de desarrollo, que incluye la emisión de la inflorescencia (Keshavan et al., 2011).

Figura 3. Número de semanas a la floración de plantas de Banano para dos localidades fertilizadas con distintas dosis y fuentes de K. Letras distintas para la misma localidad indican diferencias (p<0,05). T1: control sin fertilización. T2: 700 kg (K_2O) ha^{-1} de MOP. T3: 525 kg (K_2O) ha^{-1} de NK. T4: 700 kg (K_2O) ha^{-1} de NK. T5: 875 kg (K_2O) ha^{-1} de NK



Evaluación de las variables productivas

Los resultados de las variables productivas de las localidades La Primavera y El Guabo, se presentan en las figuras 5, 6, 7, 8 respectivamente. El tamaño del racimo está relacionado con el número de manos, número de dedos o bananas por mano. En la figura 4, se observa que existieron diferencias significativas (p<0,05) entre los tratamientos para el número de manos por racimo en el tratamiento que recibió la dosis de K igual a 700 kg de K_2O en forma de KNO_3, igual comportamiento se observó con relación al número de dedos por racimos (figura 6), este comportamiento está relacionado con el estado nutricional en los estadios tempranos de desarrollo, especialmente el K es muy importante dado que determinará el rendimiento de los frutos (Marschner, 2011).

Figura 4. Número de manos por racimo de banano para dos localidades fertilizadas con distintas dosis y fuentes de K. Letras distintas para la misma localidad indican diferencias (p<0,05). T1: control sin fertilización. T2: 700 kg (K_2O) ha^{-1} de MOP. T3: 525 kg (K_2O) ha^{-1} de NK. T4: 700 kg (K_2O) ha^{-1} de NK. T5: 875 kg (K_2O) ha^{-1} de NK

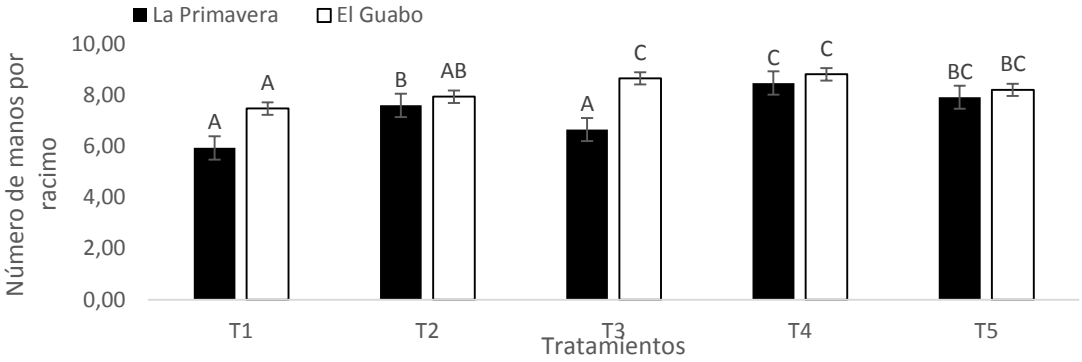


Figura 5. Peso del racimo de banano para dos localidades fertilizadas con distintas dosis y fuentes de K. Letras distintas para la misma localidad indican diferencias (p<0,05). T1: control sin fertilización. T2: 700 kg (K_2O) ha^{-1} de MOP. T3: 525 kg (K_2O) ha^{-1} de NK. T4: 700 kg (K_2O) ha^{-1} de NK. T5: 875 kg (K_2O) ha^{-1} de NK

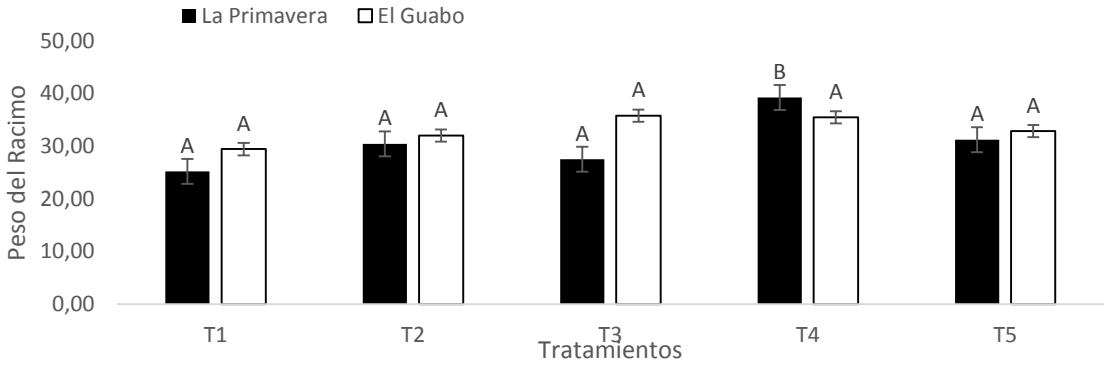
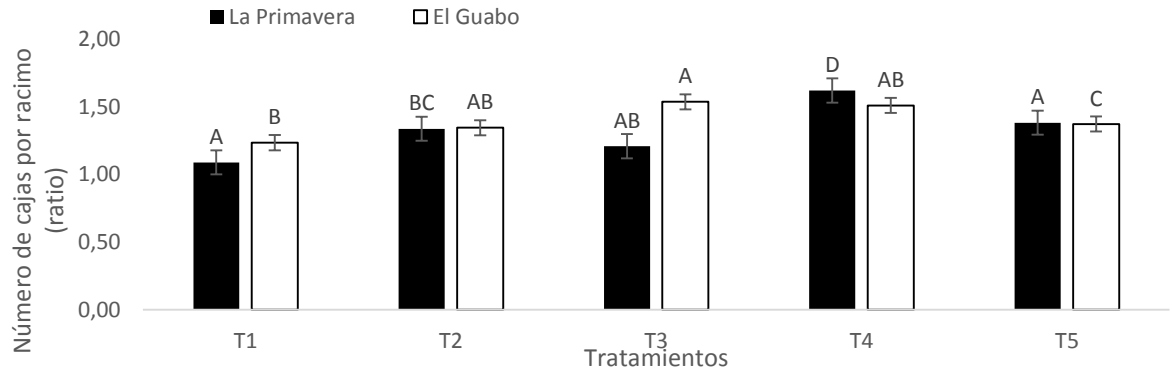


Figura 6. Número de cajas por racimo (ratio) para dos localidades fertilizadas con distintas dosis y fuentes de K. Letras distintas para la misma localidad indican diferencias (p<0,05). T1: control sin fertilización. T2: 700 kg (K_2O) ha^{-1} de MOP. T3: 525 kg (K_2O) ha^{-1} de NK. T4: 700 kg (K_2O) ha^{-1} de NK. T5: 875 kg (K_2O) ha^{-1} de NK



La alta tasa de remoción del potasio en la fruta del banano requiere de un buen suplemento aun cuando el suelo tenga niveles que podrían considerarse altos. Esta alta demanda de K va asociada a variaciones de sitio con respuestas y recomendaciones variables y específicas. Así, según (López y Espinosa, 1995), recomienda desde un mínimo de 500 kg ha^{-1} de K_2O cuando el nivel de este nutriente en el suelo es de alrededor de 0.5 $meq100^{-1}g$ o bien, como los resultados de los trabajos realizados en Costa Rica donde la mejor respuesta económica se consigue con dosis que varían entre 600 y 675 kg de K_2Oha^{-1} en suelos con alto contenido de potasio.

El peso de racimo mostró diferencias altamente significativas (P> 0.05) entre tratamientos, la dosis de 700 kg de K_2O ha^{-1} arrojó un mejor resultado frente al resto de los tratamientos evaluados, todo indica que la mayor concentración de elementos en este tratamiento, favorecieron un mejor aprovechamiento de los nutrimentos aplicados, lo que se tradujo en mayor peso del racimo (figura 5).

Por otra parte la presencia del K que se aplicó, hizo que estas fuentes estuvieran disponibles de forma inmediata, participando en numerosos procesos fisiológicos como turgencia celular, translocación de fotosíntatos y su efecto sobre la tolerancia al stress (Dobermann y Faishurst, 2000), mejorando el desempeño de la fotosíntesis y rendimiento productivo (FAO, 2002; Yamada, 2003; Obreza, 2004).

Es importante señalar que con este tratamiento (T4) se satisface plenamente el requerimiento nutricional de K_2O con la presencia del $N\text{-}NO_3$, estimula la absorción total de otros cationes como Ca y Mg, lo que se traduce en un incremento del rendimiento de los cultivos, lo cual concuerda con los planteamientos de Layten y Nielsen (1999) y Prado (2008).

La conversión del racimo procesado a caja también es determinada por el manejo adecuado de la fruta, durante y después la cosecha (Arévalo, 2000), la conversión promedio de racimo a caja del T4 (700 kg de K_2O ha-1 ha año fuente KNO_3) se incrementó en un 35 % con relación al testigo donde no se aplicó K y 13 % contra T2 (700 kg de K_2O ha^{-1} ha año fuente KCl).

De esta manera, se logra una mejor presentación en el mercado final y se reduce el desperdicio de fruta ocasionado por daños como magulladuras, daños de cuello y cicatrices. Sin embargo, es necesario aclarar que el peso de los racimos está determinado por factores hídricos, control fitosanitario y principalmente la nutrición balanceada.

Varios trabajos de investigación han demostrado que la calidad de fruta es influenciada por la reposición oportuna de nutrimentos en los volúmenes requeridos por la planta de banano, principalmente N y K (Espinosa y Molina, 1999). En un trabajo sobre el efecto del K en la producción de banano en la sobre la Tasa de Conversión (T.C), Ayaviri et al. (2003) encontraron incrementos de 1.8 kg por cada 100 kg de K aplicado anualmente.

CONCLUSIONES

Las distintas dosis y fuentes de fertilizantes usadas en las dos localidades, incidieron directamente sobre las variables fenológicas y productivas del cultivo, donde se evidenció el trabajo de la fuente de potasio libre de cloro Nitrato de potasio sobre el testigo y sobre el tratamiento a base de Cloruro de potasio. Al mismo tiempo, las dosis crecientes de fertilizantes se diferenciaron entre sí, mostrando que la dosis ideal para el cultivo, en las condiciones de la provincia de El Oro, podrían funcionar óptimamente en el orden de los 700 kg ha-1 año.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, N., Eguiguren, P. y Maita, J. Clima de la Región Sur: Historia y Tendencias. *Research Gate*. Disponible: http://bit.ly/2GL36BJ

Ayaviri, J., Rivas, P. y Ferrufino, A. (2003). *Respuesta del banano clon Valery a la fertilización nitrogenada y potásica en tres localidades.* Santa Cruz: Congreso de Suelos, 14.

Baquero, M., Fernández, G. & Garzón, P. (2004). El Banano en Ecuador: Estructura de mercados y formación de precios. Central Bank of Ecuador. *Apuntes de Economía*, 42.

Barker, A. V. & Pilbeam, D. J. (2015). *Handbook of Plant Nutrition.* Second Edition. CRC Press.

Bruulsema, T., Fixen, P. & Sulewski, G. (2013). *4R de la nutrición de las plantas.* IPNI: Norcross-Estados Unidos.

Chillet, M., Abadie, C., Hubert, O., Chilin-Charles, Y. & de Lapeyre de Bellaire, L. (2009). Sigatoka disease reduces thegreenlife of bananas. *Crop Protection, 28*(1), 41–45.

Dobermann, A. y T. Faishurst. (2000). *Rice: nutrient disorders and nutrient management.* Canadá: Potash and Phosphate Institute and International Rice Research Institute.

Epstein, E. & Others. (1972). *Mineral nutrition of plants: principles and perspectives.*

Espinosa, J. y Molina. E. (1999). Acidez y encalado de los suelos. *Instituto de la Potasa y el Fósforo de Canadá*, 42.

Espinosa, J., Moreno, J. & Bernal, G. (2017). The Soils of Ecuador. *Springer Link.*

F.A.O. (2002). *Los fertilizantes y su uso.* Roma: F.A.O.

Hazarika, T., Bhattacharyya, R. & Nautiyal, B. (2015). Growth Parameters, Leaf Characteristics and Nutrient Status of Banana as Influenced by Organics, Biofertilizers and Bioagents. *Journal of Plant Nutrition, 38*(8), 1275–1288.

Institute, S. (1989). *SAS Guide to the SQL.* Procedure: Usage and Reference, 6.

Keshavan, G., Kavino, M. & Ponnuswami, V. (2011). Influence of different nitrogen sources and levels on yield and quality of banana (Musa spp.). *Archives of Agronomy and Soil Science, 57*(3), 305–315.

Kumar, A. & Kumar, N. (2008). Studies on the efficacy of sulphate of potash (SOP) on the physiological, yield and quality parameters of banana cv. Robusta (Cavendish-AAA). *Asian Journal of Biosciences*, 2.

Kumar, V. & Wagenet, R. J. (1985). Salt effects on urea hydrolysis and nitrification during leaching through laboratory soil columns. *Plant and Soil, 85*(2), 219–227.

Layten, D. & Nielsen, M. (1999). Tobacco: Production, chemistry and technology. *Plant Growth Regulation, 33*(3), 245.

López, M., Espinosa, A. & Others. (1995). *Manual de nutrición y fertilización del banano: una visión práctica del manejo de la fertilización.* Quito: Instituto de la Potasa y el fósforo.

Marschner, H. (2011). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. San Diego: Academic Press.

Martin-Prével, P. (1974). Les methodes d'echantillon nage pour l'analyse foliaire du bananier. *Fruits*, *29*(9), 583–588.

Mustaffa, M. & Kumar, V. (2012). Banana Production and Productivity Enhancement through Spatial, Water and Nutrient Management. *The Journal of Horticultural Science*, *7*(1), 1–28.

Nalina, L. (2002). *Standardization of Fertilizer Requirement for Tissue Cultured Banana Cv. Robusta (Aaa*). Coimbatore: Tamil Nadu Agricultural University

Noller, C. & Rhykerd, C. (1974). Relationship of Nitrogen Fertilization and Chemical Composition of Forage to Animal Health and Performance. In *Forage Fertilization*. Madison, WI: American Society of Agronomy.

Obreza, T. (2004). Importancia del potasio en un programa de nutrición de cítricos. *Informaciones Agronómicas. Inpofos*, 52: 4-6.

Pourrut, P., Gdmez, G., Bermeo, A. & Segovia, A. (1995). Factores condicionantes de los regimenes clihiáticos e hidrológicos. *El Agua en el Ecuador, II*(9).

Prado, R. de M. (2008). *Nutrição de plantas*. São Paulo: Editora Unesp.

Raghupathi, H. B., & Ganeshamurthy, A. N. (2014). Comparison of DRIS ratio norms of selected fruit crops. *Indian Journal of Horticulture, 71*(2).

Simmonds - Tropical Agriculture series, N. (1966). *Bananas.* London: Longmans.

Teixeira, L., Santos, W. & Bataglia, O. (2002). The N and K diagnosis on banana plants using the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) and critical value approach. *Revista Brasileira de Fruticultura*, *24*(2), 530–535.

Turner, D. (1969). Research into fertilizers for bananas. *Agriculture Gazette*, 80, 511-513

Vazquezshy, J. & Karina, D. (2012). Sensory and physico-chemical quality of banana fruits Grand Naine grown with biofertilizer. *African Journal of Agricultural Research*, *7*(33).

Villaseñor, D., Chabla, J. & Luna, E. (2016). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la provincia de El Oro. *Revista Cumbres*, 1(2).

Yamada, T. (2003). Como mejorar la eficiencia de la fertilización aprovechando las interacciones entre nutrientes. Informaciones Agronómicas. *Inpofos*, 50, 1-6