

Artículo Original

Fertilización nitrógenada y potásica en el cultivo del banano (*Musa paradisiaca* L.) en el Distrito de Guajayvi, Departamento de San Pedro

*Nitrogen and potassium fertilization in banana crop (*Musa paradisiaca* L.) in the District of Guajayvi, Department of San Pedro*

**Pedro Antonio Roman Brites¹, *Jimmy Walter Rasche Alvarez²,
Diego Augusto Fatecha Fois²**

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias.
San Lorenzo, Paraguay

²Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias,
Área Suelos y Ordenamiento Territorial. San Lorenzo, Paraguay

Editor responsable: Graciela María Patricia Velazquez de Saldivar¹. Universidad del Cono Sur de las Américas, UCSA.

RESUMEN

La fertilización química puede elevar considerablemente la producción de banano, sin embargo, es importante determinar las dosis correctas para un mejor aprovechamiento de nutrientes. El objetivo fue evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada y potásica sobre variables de crecimiento y rendimiento del cultivo de banano y del contenido de potasio en el suelo. Se instaló un experimento en el distrito de Guajayvi, Departamento de San Pedro. Se utilizó un diseño experimental bifactorial de bloques completos al azar, donde el Factor 1 correspondió a las dosis de N (0, 60, 120 kg ha⁻¹) y el Factor 2 a las dosis de K₂O (0, 100, 200 kg ha⁻¹), totalizando 9 tratamientos con 4 repeticiones. Las variables evaluadas fueron circunferencia de pseudotallo (cm), peso del racimo (kg), número de manos por racimo (ud), longitud del dedo central de la segunda mano (cm), altura de planta (cm) y contenido de potasio en el suelo (cmolc kg⁻¹), las cuales fueron sometidas a un test de normalidad por el método de Kormogorov, y considerando que la distribución de los datos fueron normales, se sometieron al análisis de varianza (ANOVA) y al test de Tukey al 5 % cuando hubo diferencia significativa. Se observaron diferencias estadísticas significativas en todas las variables agronómicas, no así en el contenido de potasio en el suelo. Se observó interacción entre los factores circunferencia del pseudotallo y altura de planta, para las cuales las dosis más altas de N y K₂O permitieron los mayores diámetros y altura de planta. El peso de racimo aumentó 22,4 % con la aplicación de 120 kg ha⁻¹ de N y 15,0 % con 200 kg ha⁻¹ de K₂O, en comparación al testigo. El número de pencas por racimo también aumentó con la aplicación de las mayores dosis de N y K₂O en forma individual, y la longitud del dedo central aumentó 11% con la aplicación de K₂O, siendo no influenciada por la aplicación de N. No hubo efecto de la aplicación de K₂O sobre su concentración en el suelo. Tanto la aplicación de N como de K₂O en sus mayores dosis aumentaron el crecimiento y la producción del banano.

Palabras clave: nitrógeno; potasio; relación K: N; producción de banano.

***Autor correspondiente:** Jimmy Walter Rasche Alvarez. Docente Investigador de Tiempo Completo asociado a la Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

Email: jwrasche@agr.una.py

Fecha de recepción: Abril 2023. Fecha de aceptación: Mayo 2023



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons

ABSTRACT

Chemical fertilization can considerably increase banana production, however, it is important to determine the correct doses for a better use of nutrients. In order to evaluate the effect of nitrogenous and potassium fertilization on growth and yield variables of the banana crop and the potassium content in the soil, an experiment was installed in the district of Guajayvi, Department of San Pedro. A randomized complete block bifactorial experimental design was obtained, where Factor 1 corresponded to N doses (0, 60, 120 kg ha⁻¹) and Factor 2 to K₂O doses (0, 100, 200 kg ha⁻¹), totaling 9 treatments with 4 repetitions. The evaluated variables were pseudostem circumference (cm), bunch weight (kg), number of hands per bunch (ud), length of the middle finger of the second hand (cm), plant height (cm) and potassium content in the soil (cmolc kg⁻¹), which were subjected to a normality test by the Kormogorov method, and considering that the distribution of the data was normal, they were subjected to the analysis of variance (ANOVA) and the Tukey test at 5 % when there were significant differences. Significant statistical differences were observed in all the agronomic variables, but not in the potassium content in the soil. The interaction between the factors of pseudostem circumference and plant height was broken, for which the highest dose of N and K₂O allowed the largest diameters and plant height. Bunch weight increased 22.4 % with the application of 120 kg ha⁻¹ of N and 15.0 % with 200 kg ha⁻¹ of K₂O, compared to the control. The number of stalks per bunch also increased with the application of the highest doses of N and K₂O individually, and the length of the central finger increased 11% with the application of K₂O, being not influenced by the application of N. There was no effect of the application of K₂O on its concentration in the soil. Both the application of N and K₂O in their highest doses increase the growth and production of bananas.

Keywords: nitrogen; potassium; K: N ratio; banana productivity.

INTRODUCCIÓN

El género *Musa*, compuesto por los plátanos y bananos, es una de las frutas más consumidas en el mundo con casi 120 millones de toneladas producidas en el 2020, plantadas en poco más de 5.100.000 ha (FAO, 2021). El Paraguay, posee un área cultivada superior a las 8.000 hectáreas, concentrada en los departamentos de Caaguazú, San Pedro, Cordillera y Concepción (MAG 2018). El cultivo de banana tiene una gran importancia social y económica en el municipio de Guajayvi, departamento de San Pedro, en donde se llevó a cabo esta investigación; es cultivado tanto a nivel de agricultura familiar como empresarial, y representa una de las principales fuentes de ingreso y de trabajo en el distrito.

El principal destino de la banana producida en Paraguay es el mercado nacional abasteciendo la demanda de consumo de forma eficiente prácticamente todo el año. El rubro de exportación es otro de los destinos de esta producción, donde el Paraguay paso de ser un país importador a un país exportador de banana en los últimos 20 años (BCP, 2018).

Para la obtención de buena producción de banana con calidad de frutos, se debe atender su alta demanda nutricional, pues es una fruta con alto volumen de producción, además de ser exigente en fertilidad de suelo, el cultivo exporta cantidades apreciables de nutrientes, siendo el K y N los de mayor absorción y exportación por la planta (Castillo et al. 2011, Cervantes et al. 2020).

Los suelos de la región oriental destinados a uso agropecuario en nuestro país generalmente son moderadamente ácidos, con niveles medios de bases y deficientes en P (Arce, 2017), con cantidades adecuadas de micronutrientes

tales como Fe, Cu, Mn y Zn (Rasche et al. 2022, Rolón et al 2022a y Rolon et al. 2022b). El aporte de N a los cultivos que no son leguminosas depende mucho del nivel de materia orgánica del suelo y su mineralización, en ese sentido, los suelos de la región oriental del Paraguay poseen niveles de Carbono orgánico del suelo (COS) en la camada de 0-30 cm que varían de 4,46 kg m⁻² a 1,19 kg m⁻², en la zona del experimento el nivel de COS es de entre 20 a 40 t ha⁻¹ (Encina et al. 2023), y varían ampliamente de acuerdo al tipo de suelo, al clima y la cobertura vegetal de la tierra (Rojas et al. 2018, Encina et al. 2023). Por otro lado, los niveles de K del suelo dependen inicialmente del material de origen, siendo mayores en suelos derivados de basaltos y menores en suelos derivados de areniscas, en general los suelos de la región Oriental del Paraguay posee niveles medios a altos de potasio, sin embargo, el uso de la tierra en actividades agrícolas, ganaderas y forestales sin su adecuada reposición hace que estos niveles disminuyan con el tiempo (Arce 2017).

Actualmente, aún se desconocen las dosis correctas de fertilización de N y K necesarias para el buen crecimiento de la banana. Resulta importante determinar las interacciones de estos dos elementos dentro del manejo general de este cultivo, con la visión de mejorar la productividad y calidad del banano, entendiendo que este producto es destinado, además del consumo nacional, a la exportación.

El objetivo de la investigación fue evaluar la mejor combinación de dosis de nitrógeno y potasio sobre el cultivo de banano y sobre la concentración de potasio en el suelo al momento de la cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la compañía San Francisco, en el distrito de Guajayvi del Departamento de San Pedro, geográficamente situado entre las coordenadas, latitud 24º31'47.85"S, longitud 56º25'17.77"O, con 257 msnm, entre los meses de diciembre de 2021 a noviembre de 2022.

El suelo predominante de la zona según la clasificación realizada por López et al. (1995) es del sub grupo Grossarenic Paleudult. Estos suelos tienen una capa superficial de suelo mineral, con una composición arenosa (textura arenosa o franco-arenosa en la fracción más fina) entre 100 y 200 cm de espesor. El horizonte argílico tiende a presentar apreciablemente cantidad más arena y menos arcilla que la de los suelos del subgrupo Typic.

Antes de la instalación del experimento fue realizado análisis químico de suelo constatándose pH ligeramente ácido (6,0) con nivel bajo de materia orgánica (0,65%), fósforo (7,6 mg kg⁻¹), calcio (1,39 cmolc kg⁻¹), magnesio (0,43 cmolc kg⁻¹) y potasio (0,08 cmolc kg⁻¹), sin presencia de sodio (0,0 cmolc kg⁻¹) y aluminio (0,0 cmolc kg⁻¹), observados en la Tabla 1.

Tabla 1. Características químicas del suelo utilizado para el experimento de fertilización combinada de nitrógeno y potasio sobre variables del crecimiento y rendimiento del cultivo de banano. Guajayvi, 2022.

Prof. cm	M.O. %	pH	P mg kg ⁻¹	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³
				cmolc kg ⁻¹				
0-20	0,65	6,0	7,6	1,39	0,43	0,08	0,00	0,00

Fuente: ASOT-FCA, UNA (2021).

La parte sur-este del departamento de San Pedro posee clima templado/sin estación seca/verano caliente (Cfa) según la clasificación climática de Köppen. La temperatura promedio anual es de 22,0° C y la precipitación anual es de 1883 mm (DINAC, 2022). Durante el experimento ocurrieron precipitaciones de 1883 mm en total según datos obtenidos en la estación de San Estanislao, situado a 16 km del experimento (Meteomanz, 2023), siendo superior a la media en 227 mm, sin embargo se observa que hubieron periodos de sequias, por mala distribución de lluvias principalmente entre las semanas 1 a 14 comprendida entre los meses de diciembre, enero, febrero y marzo (excepto las semana 5 y 10) y entre las semana 30 a 38 comprendida entre los meses de junio a agosto de 2022 (Figura 1).

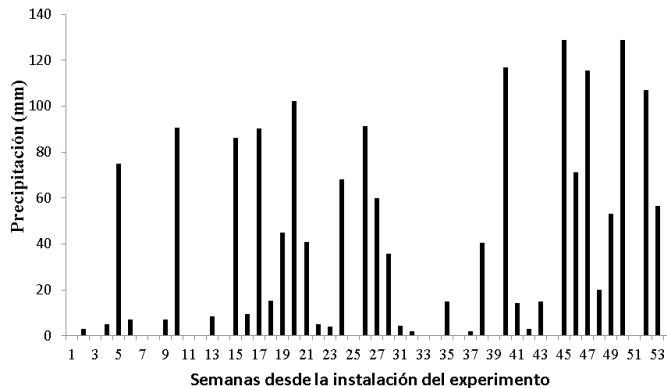


Figura 1. Precipitación semanal registrada desde la instalación del experimento con fertilización nitrogenada y potásica y su efecto sobre variables de crecimiento y rendimiento del cultivo de banano. Guajayvi, 2022. Adaptado de la página de Meteomanz (2023).

Para la investigación fue utilizando un experimento bifactorial (3 x 3), donde el factor A fueron la dosis de N (0, 60 y 120 kg ha⁻¹ de N) y el factor B las dosis de K₂O (0, 100 y 200 kg ha⁻¹ de K₂O) los mismos fueron dispuestos en el campo en diseño de bloques completos al azar. La combinación de estos factores resultó en un total de nueve tratamientos, los cuales fueron repetidos cuatro veces, totalizando 36 unidades experimentales, donde cada unidad experimental estuvo conformada por cuatro plantas de banana. Se aplicó urea (45-0-0) como fuente de N y cloruro de potasio (0-0-60) como fuente de K₂O. Como fertilización de base se realizó una aplicación en todas las unidades experimentales de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, como fuente de este elemento se utilizó superfosfato triple (0-46-0). El potasio y el fósforo se aplicaron toda la dosis en una sola aplicación, en cambio el N fue dividido en 3 aplicaciones en un lapso de tiempo de 90 días después de cada aplicación.

La plantación de la banana se realizó en lotes cuyo suelo fueron rastreados dos veces, con cormos seleccionados previamente, la densidad de plantas utilizada fue de 1.111 plantas por ha, el distanciamiento utilizado fue de 3 m x 3 m. Las labores de manejo del área experimental (control fitosanitario, control de malezas, deshierzas, deshojas, entre otras) fueron realizados de acuerdo a la presencia de malezas, ritmo de emisión de hijuelos, hojas senescentes y enfermas.

La presente investigación se enfocó en los principales caracteres morfológicos de la planta de banano y en el contenido de potasio del suelo con la aplicación de dosis de K₂O.

La altura de planta fue determinada midiendo todas las plantas que componen cada unidad experimental, desde la base del tallo, hasta la inserción del ramo frutal, el perímetro del pseudotallo se determinó midiendo el mismo a 15 cm de altura en todas las plantas por unidad experimental, cuyos racimos fueron previamente identificados. El peso de racimo se obtuvo pesando los racimos cosechados de todas las plantas que dieron frutos y fueron pesados por cada unidad experimental. El número de pencas (manos) por racimo se estableció a través del conteo de las pecas que contenían cada uno de los racimos comerciales y no comerciales en todas las plantas que fructificaron en todas las unidades experimentales, discriminando entre las mismas, obteniendo así el número total de pencas por racimo. Para determinar la longitud del dedo central de la segunda penca (cm) se midió el arco externo del dedo central de la segunda penca en todas las plantas por cada unidad experimental, y para determinar el nivel de potasio del suelo por efecto de la aplicación de dosis de K se muestreó el suelo al finalizar la cosecha, en la camada de 0-10 cm de profundidad, y se extrajo el K intercambiable por el método de Mehlich I y determinado con el uso del espectrofotómetro de absorción atómica (Tedesco et al., 1995) en el laboratorio de Suelos de la FCA-UNA

Los datos obtenidos fueron sometidos al test de normalidad por el método de Kormogorov y luego a análisis de varianza, con la utilización del programa estadístico Agrostat, y cuando se detectaron diferencias estadísticas significativas entre las medias de las variables evaluadas fueron comparadas a través del test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

RESULTADOS

Cuando se compara el efecto de las dosis de N y de K₂O sobre las variables altura de planta y circunferencia promedio de los pseudotallos de la banana se observa diferencia significativa, con interacción de los factores N y K (Tabla 2).

Tabla 2. Altura de planta y circunferencia del pseudotallo de banana por efecto de la aplicación de dosis combinada de nitrógeno y potasio. Guayaib, San Pedro. 2022.

Peso del racimo (kg)				
Dosis de N (kg ha⁻¹)	Dosis de K₂O (kg ha⁻¹)			Promedio
	0	100	200	
0	1,65 aAB	1,57 aB	1,60 aB	1,60 B
60	1,60 abB	1,58 bB	1,69 aB	1,62 B
120	1,71 bA	1,76 abA	1,80 aA	1,75 A
Promedio	1,65 ab	1,63 b	1,70 a	1,66
Longitud del racimo (cm)				
Dosis de N (kg ha⁻¹)	Dosis de K₂O (kg ha⁻¹)			Promedio
	0	100	200	
0	42,4 aA	40,6 aA	42,4 aB	41,8 B
60	40,8 aA	41,5 aA	43,0 aAB	41,8 B
120	40,7 bA	43,5 abA	45,8 aA	43,3 A
Promedio	41,3 b	41,9 b	43,7 a	42,3

Medias con letras mayúsculas diferentes en columnas y letras minúsculas diferentes en filas son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

La altura de planta aumenta con la aplicación de dosis creciente de N, sin embargo, se observa que esta sufre interacción de la fertilización potásica, es decir, cuando no es aplicado potasio, el banano en dosis de 0 kg ha⁻¹ de N presenta altura estadísticamente similar a la altura con dosis de 120 kg ha⁻¹ de N, sin embargo, al aplicar potasio (100 o 200 kg ha⁻¹ de K₂O) la altura de planta de la banana aumenta con la mayor dosis de N (120 kg ha⁻¹ de N). Al observar el efecto del potasio sobre la banana, se verifica que la aplicación de K₂O sin la aplicación de N, no posee influencia sobre la altura de planta, sin embargo, al aplicar 60 o 120 kg ha⁻¹ de N se observa aumento de altura de planta de banana por efecto de la aplicación de K₂O, siendo que cuando aplicada la mayor dosis de K₂O se observa mayor altura de planta, comparado al testigo. Posiblemente la deficiencia de N o de K impide a que la planta pueda expresar el crecimiento por la aplicación de potasio, conocido como ley del mínimo.

En el caso de la circunferencia del pseudotallo del cultivo de banana ocurre algo similar que con la altura de planta, con dosis de 0 y de 100 kg ha⁻¹ de K₂O no hay aumento de la circunferencia de la planta de banana, recién con la aplicación de 200 kg ha⁻¹ de K₂O se incrementa la circunferencia a medida que se aumenta la dosis de N, siendo la dosis de 120 kg ha⁻¹ de N estadísticamente diferente del tratamiento en el cual no se aplicó N. Al observar el efecto de la fertilización potásica sobre la circunferencia del pseudotallo se verifica que la aplicación de K sin la aplicación de N, o baja dosis de N (60 kg ha⁻¹) no ejerce efecto sobre la circunferencia, solamente con la aplicación de 120 kg ha⁻¹ de N se observa que a medida que se aumenta la dosis de K₂O aumenta la circunferencia del pseudotallo.

El aumento de la circunferencia del pseudotallo es de 7% en la interacción de 120 kg ha⁻¹ N y 200 kg⁻¹ K₂O, este comportamiento puede explicarse, dado que el pseudotallo reserva cantidades importantes de agua y biomasa y el K y el N son los elementos que más se acumulan en el pseudotallo, siendo este órgano a su vez el que más materia seca y minerales acumula (Castillo et al. 2011, Marschner, 2011), además, el K se desempeña como el mayor osmólito a nivel celular y permite el mantenimiento de la turgencia y el equilibrio osmótico de las células (Cushman 2001, Roelfsema y Hedrich 2002).

El N influye positivamente en el índice de clorofila y en el área foliar del bananero (Cervantes et al. 2020) y eso se traduce posteriormente en mayor crecimiento y producción de biomasa. Soto (1992) comenta que existe una correlación positiva entre el nitrógeno absorbido por las plantas y la producción de biomasa, aquellas plantas que no disponen de N suficiente posee menor contenido de biomasa; esta explicación concuerda con lo encontrado en este estudio, donde las plantas con suministro de N incrementaron su tamaño respecto a aquellas que no lo recibieron.

El peso de racimo y el número de pencas por racimo fueron influenciados por la aplicación de N y K₂O, la longitud del dedo central de la segunda penca solo presentó respuesta a la fertilización potásica (Tabla 3). No hubo interacción entre factores.

Tabla 3. Peso de racimo, número de pencas por racimo y longitud del dedo central de la segunda penca del cacho de banana por efecto de la aplicación de dosis combinada de nitrógeno y potasio. Guayaib, San Pedro. 2022.

Peso del racimo (kg)				
Dosis de N (kg ha⁻¹)	Dosis de K₂O (kg ha⁻¹)			Promedio
	0	100	200	
0	8,11	8,18	7,98	8,09 B
60	8,17	8,48	9,04	8,56 B
120	8,46	9,77	11,46	9,90 A
Promedio	8,25 b	8,81 ab	9,49 a	8,85
Número de pencas por racimo (unidad)				
Dosis de N (kg ha⁻¹)	Dosis de K₂O (kg ha⁻¹)			Promedio
	0	100	200	
0	6,1	6,5	6,5	6,4 B
60	6,4	6,7	6,9	6,7 B
120	7,0	7,3	7,5	7,3 A
Promedio	6,5 b	6,9 a	6,9 a	6,8
Longitud del dedo central (cm)				
Dosis de N (kg ha⁻¹)	Dosis de K₂O (kg ha⁻¹)			Promedio
	0	100	200	
0	17,1	17,5	18,0	17,2 A
60	16,9	17,5	18,6	17,7 A
120	17,2	17,6	18,8	17,9 A
Promedio	17,1 b	17,2 b	18,4 a	17,6

Medias con letras mayúsculas diferentes en columnas y letras minúsculas diferentes en filas son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Cabe mencionar que a pesar de que durante el periodo experimental el cultivo sufrió un marcado déficit hídrico devenido del año con sequía 2021, principalmente al inicio del experimento (semana 1 a 15) y entre la semana 30 y 38 (Figura 1), además de la ocurrencia de una helada y una granizada, se pudo observar aumentos en el peso de los racimos de 22,4 % en el tratamiento con fertilización nitrogenada (120 kg ha⁻¹ de N) y de 15,0 % en la fertilización potásica (200 kg ha⁻¹ de K₂O), en comparación al testigo. De acuerdo a los resultados de este trabajo se puede sostener que al aumentar el nivel de N y de K como nutrientes en el cultivo de banano, se observa efecto positivo para el peso de racimo.

Con respecto al número de pencas por racimo, se observa que con la dosis de 120 kg ha⁻¹ de N se obtuvo el mayor número de pencas (7,3), siendo superior en 14 % a las dosis de 0 kg ha⁻¹ de N (6,4 pencas) y en 8,9 % a la dosis de 60 kg ha⁻¹ de N (6,7 pencas), ya la aplicación de K permitió el aumento en el número de pencas por racimo con la adición de 100 kg ha⁻¹ de K₂O, siendo este similar a la mayor dosis de K (200 kg ha⁻¹ de K₂O) (Tabla 3).

En lo que se refiere a la longitud del dedo central, esta no fue influenciada por la fertilización nitrogenada, pero sí por la fertilización potásica, en el cual se observa que al aplicar la mayor dosis de K aumenta la longitud del mismo (Tabla 3).

Este resultado fue similar a la investigación realizada por Bazurto (2016), quien obtuvo aumento del racimo en 32,4 % y 66,6 %, al aplicar dosis crecientes de N y K. Esto pudo deberse a que la aplicación del fertilizante potásico promueve una serie de beneficio en la planta, como mayor tolerancia al estrés hídrico o de temperatura en el cultivo, considerando que la mayor concentración de K en la planta facilita la removilización de fotosintatos desde las hojas, caules o pseudotallo hacia el racimo y la conversión de azúcares a almidón, lo que se traduce en un aumento de peso. Si la planta no posee cantidad suficiente de K en los órganos acumulados, después de la floración, es K es movilizadas desde el pseudotallo y las hojas hacia el fruto, pero ni no llega a suplir la necesidad con esta movilización, más absorción del suelo, se producen racimos pequeños y frágiles, con dedos finos (Castillo et al. 2011).

Resultados que coinciden con lo afirmado por López & Espinosa (1995), debido a la cantidad de K que la planta remueve del suelo y que sale del sistema exportado en los racimos es sumamente alto, por esta razón, el banano requiere de una buena fertilización potásica. Los dos nutrientes más exportados por los frutos son el K y el N, por lo que se debe agregar al suelo con la finalidad de una alta producción o en su defecto como reposición al suelo. Castillo et al. (2011) mencionan que por cada tonelada de fruta cosechada, son exportados 1,7 kg de K; 0,40 kg de N; 0,19 kg de P; 0,22 kg de Ca y 0,15 kg de Mg, donde considerando una población de 1111 plantas por ha, la extracción de nutrientes se podría estimar de acuerdo al promedio general del experimento (9,8 t ha⁻¹) sería de 16,7 kg de K y 3,9 kg de N por hectárea, sin embargo, las dosis de N y K utilizadas en este experimento fueron bastantes bajas considerando las recomendaciones de fertilizantes potásico y de N de regiones productoras como es el caso de Brasil (CFSEMG, 1999; SBCS 2017). Este resultado podría deberse a que el abastecimiento del N favorece el incremento en peso del racimo, impactando en el establecimiento y mantenimiento de la capacidad fotosintética y en el crecimiento de frutos, ya que la planta lo usa para la síntesis de aminoácidos (Barker & Bryson 2007). En relación a la longitud del dedo de banana, Benítez (2014) observó que el mismo aumentó con la aplicación de hasta 800 kg ha⁻¹ de K₂O en un experimento realizado en Tembiaporá, Caaguazú, mostrando que inclusive las dosis de K aplicadas en este experimento (200 kg ha⁻¹) es relativamente bajo y se debería a futura probar dosis mayores de K.

Por su parte No se observa diferencia significativa en el contenido de potasio en el suelo luego de cosecha del cultivo de banana causada por el efecto de la fertilización (Tabla 4). Tampoco hubo interacción entre factores.

Tabla 4. Niveles de potasio en el suelo luego de la cosecha, por efecto de la aplicación de dosis combinada de nitrógeno y potasio. Guayaibí, San Pedro. 2022.

Potasio remanente en el suelo				
Dosis de N (kg ha⁻¹)	Dosis de K₂O (kg ha⁻¹)			Promedio
	0	100	200	
0	0,09	0,13	0,13	0,11ns
60	0,16	0,12	0,08	0,12
120	0,10	0,11	0,07	0,09
Promedio	0,12ns	0,12	0,09	0,11

ns: No significativo según ANOVA al 5% de probabilidad.

La no incidencia en los contenidos de K en el suelo pueden deberse a las condiciones del medio de plantación, que presenta un suelo de textura arenosa, con baja capacidad de intercambio catiónico, tiene baja capacidad tampón de K, es decir, posee baja capacidad para mantener la concentración de K en la solución del suelo cuando las plantas lo retiran durante la etapa de crecimiento o cuando se pierde por lixiviación además las dosis de K aplicadas en el experimento fueron muy bajas comparadas a otros experimentos de potasio donde se aplica entre 500 a 1000 kg ha⁻¹ de K₂O, posiblemente gran parte del K fue absorbido por la planta y se encuentra en los órganos de reserva de la misma. Inclusive la aplicación de N puede inducir a la mayor absorción de potasio por la planta, extrayendo más potasio cuando aplicado N que sin su aplicación. Cabe mencionar que existe la posibilidad del alto reciclaje de K absorbido por la planta, considerando los datos de Castillo et al., (2011) quienes observaron que el orden de acumulación de K en la materia seca por órgano es pseudotallo \geq corno $>$ hojas \geq racimo $>$ raíz, en el cual solo el 7,6% del K absorbido por la planta llegó al racimo y que solo el K del racimo sale de la finca, por lo tanto, el K de las demás partes de la planta vuelve al suelo una vez cosechada el racimo y que se mineralice las demás partes de la planta.

CONCLUSIÓN

Considerando las condiciones en que se realizaron el experimento, ubicado en la principal zona productora de banana, se llega a la conclusión de que en un suelo clasificado como Paleudult, la altura de planta y la circunferencia del pseudotallo del banano presentaron interacción con la fertilización nitrogenada y potásica, siendo la mayor dosis de ambas (120 kg ha⁻¹ de N 200 kg ha⁻¹ de K₂O) la que obtuvo mejor respuesta para el cultivo de la banana.

El peso del racimo y la cantidad de pencas por racimo aumentaron con la aplicación de las mayores dosis de N y de K₂O, en cambio, en la variable longitud del dedo central de la segunda penca solo fue afectada positivamente por la fertilización potásica (200 kg ha⁻¹ de K₂O).

El nivel de potasio en el suelo no aumentó con la aplicación de K₂O en el suelo.

Considerando estos datos iniciales y la respuesta de la banana a la fertilización química, se recomienda realizar experimentaciones con dosis más elevadas de K y N, así como realizar por varios años para mayor confiabilidad de los datos y si posible en más de un tipo de suelo.

Contribución de autores: PEDRO ROMÁN: Planificación y conducción del experimento, obtención de los datos, redacción del manuscrito. JIMMY RASCHE: Planificación del experimento, análisis e interpretación de datos, redacción del manuscrito. DIEGO FATECHA: Ayuda en la Planificación del experimento, interpretación de los resultados y revisión del manuscrito.

Conflicto de interés: Los autores declaran que no existe ningún tipo de conflicto de interés y autorizan la publicación del manuscrito.

Financiamiento: Fuente propia de los autores y la Institución (FCA-UNA) y del PUBIABM (Programa Universitario de Becas para la Investigación "Andrés Borgognon Montero").

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arce B, A.C. (2017). Diagnóstico de la fertilidad de los suelos de la Región Oriental del Paraguay. (en línea). (Tesis grado. Agronomía) San Lorenzo, Paraguay. Consultado 16 nov. 2022. Disponible en: <https://repositorio.conacyt.gov.py/bitstream/handle/20.500.14066/4127/14-inv-130-tess-ceciliaArce.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barker, A; Bryson, G. (2007). Nitrogen: handbook of plant nutrition. New York, Estados Unidos, Taylos y Francis Group.
- Bazurto, J. (2016). Absorción, distribución y acumulación del nitrógeno en el banano variedad Williams en dos ciclos de producción en la zona húmeda tropical (en línea). (Tesis PhD. Agronomía) Bogotá, Colombia. Consultado 16 nov. 2022. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56829/jaimetorresbazurto.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- BCP. Banco Central del Paraguay. (2018). Sistema de Comercio Exterior [Base de datos]. Consultado 12 de ene. 2023. Disponible en <https://apps.bcp.gov.py:8444/>
- Benítez M, J.A. (2014). Efecto de la fertilización potásica en el rendimiento del cultivo del banano (Musa spp) en el municipio de Tembiapora. In: XXII Jornada de Jóvenes Investigadores. Valparaiso, Chile. 16 p. Consultado 12 de feb. 2023. Disponible em: <http://repositorio.une.edu.py/handle/123456789/260>
- Castillo G., A. M., Hernández M, J.A., Avitia G, E., Pineda P, J., Valdéz A, L.A., & Corona Torres, T. (2011). Extracción de macronutrientes en banano 'Dominico'(Musa spp.). Phytón (Buenos Aires), 80(1), 65-72.
- Cervantes A, A.R., Sigcha C, L., Villaseñor O, D., Maldonado M, T. (2020). Efecto de la interacción del nitrógeno con el potasio sobre la intensidad de la clorofila en el cultivo del banano. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 3(2), 192-198
- CFSEMG (Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais). (1999). Recomendaciones para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ta aproximação. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.
- Cushman, J.C. (2001). Osmoregulation in plants: implications for agriculture. Amer. Zool. 41, 758-769.
- DINAC (Dirección Nacional de Aeronáutica Civil) (2022). Anuario Climatológico 2022. Asunción, Paraguay. 17 p. Consultado 20 may. 2023. Disponible en: https://www.meteorologia.gov.py/wp-content/uploads/2023/05/Anuario_climatologico_2022.pdf
- Encina R., A.; Rios V., D.; Sevilla L., V.; Villareal, S.; Ken M., M.A.; Olivera, C.; Vargas, R.; Olmedo, F.; Barreras, A.; Guevara, M. (2023) First soil organic carbon report of Paraguay. Consultado 20 feb. 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2023.e00611>
- FAO. (2021). FAOStat. [Base de datos]. Consultado 20 nov. 2022. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/>
- López, A; Espinosa, J. (1995). Manual de fertilización y nutrición del banano. INPOFOS. Quito, Ecuador. 86 p
- López, O., González, E., De Llamas, P., Molinas, A., Franco, E., García, S., & Rios, E. (1995). Mapa de reconocimiento de suelos de la región oriental del Paraguay (en línea). MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería Asunción, Paraguay); Banco Mundial; Gobierno del Japón; Servicio Geodésico 51 Interamericano. Proyecto de Racionalización del Uso de la Tierra. p. 90-94. Consultado 3 dic. 2022. Disponible en: <https://www.geologiadelparaguay.com.py/Estudio-de-Reconocimiento-de-Suelos-Regi%C3%B3n-Oriental-Paraguay.pdf#page=94>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2018). Síntesis estadísticas producción agropecuaria año agrícola 2000/2018. Consultado 16 nov. 2022. Disponible en: http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%20Estadisticas%202017_2018%20_p df%20NOV.pdf
- Marschner, H. (2011). Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, San Diego, Estados Unidos. Consultado 25 nov. 2022. Disponible en: <http://paperpile.com/b/NSv7Xz/LS20>
- Meteomanz. (2023) Datos meteorológicos. Consultado 13 ene. 2023. Disponible en: <http://www.meteomanz.com/index?cou=3110&ty=d&d1=15&m1=02&y1=2023&d2=15&m2=02&y2=2023>

- Roelfsema, M.R.G. & Hedrich, R. (2002). Studying guard cell in the intact plant: modulation of stomatal movement by apoplastic factors, *New Phytol.* 153, 425-431.
- Rasche A, J.W.; Leguizamón R, C.A.; Fatecha F, D.A; Rolón G, M.P; Rolón P, G.A; Ortiz G, C. (2022). Disponibilidad de hierro en suelos de la región Oriental del Paraguay. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay.* 7(1), 49-60. Consultado 10 ene. 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.32480/rscp.2022.27.1.49>
- Rolón G, M.P; Rasche A, J.W; Fatecha F, D.A; Rolón P, G.A; Leguizamón R, C.A.; Ortiz G, C. (2022a). Disponibilidad de cobre en suelos de la Región Oriental del Paraguay. *Revista Científica de la UCSA.* 9(1), 72-80. Consultado 10 ene. 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2022.009.01.072>
- Rolón G, M.P; Ortiz G, C; Rolón P, G.A; Leguizamón R, C.A.; Fatecha F, D.A; Rasche A, J.W. (2022b). Disponibilidad de manganeso en suelos de la región oriental del Paraguay. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica.* 6 (1): 58-69. Consultado 10 ene. 2022. Disponible en: <https://revista.serrana.edu.py/index.php/rict/article/view/173/115>
- Rojas N., P.; Ramirez M., D.; Rasche A, J.W.; Encina R., A. (2018). Niveles de materia Orgánica en distintos tipos de manejos, *Revista Brazilian Journal of Development,* 4,3789-3800. Consultado 10 ene. 2022. Disponible en: <http://sdi.cnc.una.py/catbib/documentos/525.pdf>
- SBCS. (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Estadual Paraná). (2017). Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná. 1ª Edição. Curitiba –PR. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Estadual Paraná. 2017. 482p.
- Soto, M. 1992. Bananos, cultivos y comercialización. 2 ed. San José, Costa Rica, Edit. Litografía e Imprenta. 649 p.
- Tedesco, M.J., Gianello, C., Bissani, C.A., Bohnen, H., Volkweiss, S.J. (1995). Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995; 174 p.
- Villaseñor, D., Noblecilla-Romero, Y., Luna-Romero, E., Molero-Naveda, R, Barrezueta-Unda, S., Huarquilla-Henriquez, W., González-Porras, C., & Garzón-Montealegre, 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. Consultado 20 ene. 2023. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.29393/chjaas36-14rodv80014>