

Evaluación de diferentes fuentes de potasio para reducir el doblamiento foliar en palma de aceite

Evaluation of Different Sources of Potassium to Reducing Leaf Bending on Oil Palm

AUTORES

María Yuli González

Programa de Biología de la Palma de Aceite y Mejoramiento, Cenipalma.

Hernán Mauricio Romero Angulo

Programa de Biología de la Palma de Aceite y Mejoramiento, Cenipalma.

Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia.

E-mail: hromero@cenipalma.org

Palabras CLAVE

Nutrición vegetal, estrés hídrico, grados de doblamiento, análisis foliar y de suelos, relaciones catiónicas.

Plant nutrition, water stress, bending degree, leaf and soil element analysis, cationic relationships.

Recibido: 1 septiembre 2010
Aceptado: 10 octubre 2010

Resumen

El doblamiento foliar reduce el número de hojas funcionales en palma de aceite y se presenta con mayor frecuencia en la Zona Norte colombiana de palma de aceite. Investigaciones realizadas por Cenipalma mostraron que el doblamiento foliar se incrementa al decrecer los contenidos de potasio a nivel foliar. Por esta razón, el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de diferentes fuentes de potasio en el porcentaje de hojas dobladas en palma de aceite. El ensayo se realizó en la plantación Palmeras de la Costa S.A., ubicada en el departamento del Cesar. Se utilizó un material comercial Papua de siembra 1979, en el que se suplieron los requerimientos de potasio mediante la aplicación de silicato de potasio (K_2SiO_3), sulfato de potasio (K_2SO_4), cloruro de potasio (KCl) y tusas o racimos vacíos. Cada mes se contó el número de hojas dobladas clasificadas en cuatro grados, se registró semanalmente la producción y se realizaron análisis foliares y de suelos al inicio y al final del ensayo. No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de las variables evaluadas, sin embargo, se observó que en las plantas con mayor porcentaje de hojas dobladas, los contenidos de potasio a nivel foliar decrecieron y a nivel del suelo se incrementaron.

Abstract

Leaf bending reduces the number of functional leaves on oil palm and is present more frequently in the Colombian oil palm producing Northern Zone. Studies performed by Cenipalma showed that leaf bending increases when leaf potassium levels are reduced. Because of this, the purpose of this research was to evaluate different sources of potassium in oil palm bended leaves. The experiment was done at Palmeras de la Costa



S.A. plantation, located in the Department of Cesar. Commercial Papua material planted on 1979 was used. Potassium requirements were supplied by potassium silicate (K_2SiO_3), potassium sulfate (K_2SO_4), potassium chloride (KCl) and empty bunches or husks. Bended leaves categorized in four different grades of bending were counted and measured every month. Yield was recorded every week and leaf and soil element analysis were performed at the beginning and at the end of the experiment. There were not statistic significant differences among the treatments for any of the evaluated variables; however it was noticed that in the plants with the higher percentage of bended leaves potassium level in the leaves decreased while soil potassium increased.



Introducción

El tejido foliar es el responsable del proceso fotosintético y, en consecuencia, define en gran parte el rendimiento de los cultivos. La producción de racimos de fruta fresca (RFF) está muy relacionada con la tasa de producción de hojas, que puede ser afectada por las condiciones ambientales y la disponibilidad de nutrientes para las palmas (Abraham, 1997). Según Sly (1968), la palma de aceite debe tener mínimo 32 hojas para que no se afecte la producción. De acuerdo con Motta et ál. (2000), la producción de RFF es fuertemente influenciada por el número de hojas mantenidas por la planta; en condiciones de la Zona Norte es posible dejar hasta 30 hojas sin que se afecten los rendimientos de RFF, mientras el exceso de hojas senescentes pueden disminuirlos, posiblemente por su alta tasa de respiración que genera pérdidas de fotoasimilados.

Entre las causas de la reducción del área foliar por disminución del número de hojas funcionales de la palma, se encuentra el doblamiento foliar o enruanamiento, el cual se manifiesta inicialmente con la formación de un ángulo de 90° entre la hoja y la vertical; su estado más avanzado ocurre con el rompimiento del peciolo, al formarse un ángulo de 180° entre la hoja y la vertical. Se asume que la reducción en el número de hojas y la senescencia de las mismas, ocasionada por el doblamiento foliar, posiblemente afectan la producción de RFF al reducir el número de hojas fotosintéticamente activas e incrementar el número de hojas senescentes, sin embargo, aún no se ha estimado la posible reducción en producción de RFF.

El doblamiento foliar predomina en la Zona Norte colombiana en cultivos de palma de aceite, presentando hojas dobladas desde el nivel diecisiete durante los periodos secos, que pueden comprender más de ocho meses seguidos. Sin embargo, el doblamiento foliar ocurre en las plantaciones donde se realiza riego y aún durante los periodos de lluvia, por esta razón es posible que existan otros factores adicionales al déficit hídrico que ocasionen el doblamiento de hojas. Ceni-palma realizó un estudio preliminar de posibles causas y encontró que propiedades del suelo como textura, densidad aparente, infiltración, humedad gravimétrica y retención de humedad, no ocasionan directamente el doblamiento foliar y que las palmas con mayor número de hojas dobladas presentan menores concentraciones foliares de potasio (K) y cloro (Cl).

El potasio es un nutriente esencial y el catión más abundante, que constituye cerca del 10% del peso seco de la planta (Leight et ál., 1984); es un catión monovalente, cuya absorción es bastante selectiva y estrechamente acoplada a la actividad metabólica. Está caracterizado por una gran movilidad en la planta a todos los niveles dentro de células individuales, de tejidos y en el transporte a grandes distancias vía xilema y floema, estas funciones están ligadas a los procesos de activación enzimática, síntesis de proteínas, fotosíntesis, extensión celular y transporte en el floema (Marschner, 1995). Es un elemento esencial en los procesos de osmoregulación, turgor y mantenimiento del potencial de la membrana plasmática (Giertha y Maser, 2007). La acumulación de K en las células ocasiona un aumento de la presión osmótica, de modo que penetra más agua en ellas aumentando la turgencia, además, desempeña un papel dominante



en la apertura y cierre de los estomas que regulan la transpiración de agua y la entrada de CO_2 . Las plantas con óptimos contenidos de potasio en condiciones de déficit hídrico cierran rápidamente sus estomas impidiendo pérdidas excesivas de humedad. En condiciones óptimas de humedad los estomas permanecen abiertos y asimilan mayor cantidad de CO_2 (IPNI, 1996).

Entre los factores de suelo y clima que afectan la dinámica del potasio se encuentran: naturaleza de los minerales primarios, tipo y cantidad de minerales secundarios, contenido de materia orgánica, temperatura, humedad y pH del suelo (López et ál., 1998). El tipo y tamaño de minerales primarios y secundarios en el suelo son los principales controladores del proceso de fijación y liberación de potasio; otros factores como la estructura, el pH, encalado, fertilización, ciclos de humedecimiento y secado y la acción de las raíces de las plantas influyen también en los procesos de liberación y fijación del potasio (Gouldin, 1987).

En el presente trabajo se evaluó el efecto de diferentes fuentes de K sobre el doblamiento de hojas, debido a que en ensayos preliminares se encontró relación entre los bajos contenidos foliares de este elemento y el mayor número de hojas dobladas.

Metodología

El estudio se realizó en la plantación Palmeras de la Costa, localizada en el municipio El Copey, departamento del Cesar. Ubicada a una altura de 96 msnm, con promedios anuales de precipitación y temperatura de 1.200 mm y 32 °C, respectivamente. Se utilizó material Papua sembrado en 1979, el cual fue seleccionado por encontrarse en un lote con alta frecuencia de palmas con doblamiento foliar, fenómeno observado con frecuencia en palmas de mayor edad de siembra. El tiempo de duración del experimento fue de un año. Los tratamientos consistieron en la aplicación de silicato de potasio (K_2SiO_3), sulfato de potasio (K_2SO_4), cloruro de potasio (KCl) y tusas o racimos vacíos, como fuentes para suplir las necesidades de este nutriente. Con el resultado del análisis foliar, conformado por todas las palmas del ensayo, los niveles críticos de nutrientes foliares, reportados por Munévar (2001), y los contenidos de potasio en las fuentes para evaluar, se calcularon las dosis anuales a

aplicar de cada tratamiento, las cuales se fraccionaron en dos aplicaciones al año.

Se utilizó el diseño estadístico en bloques al azar con cinco tratamientos que estuvieron constituidos por las cuatro fuentes de potasio nombradas anteriormente y un tratamiento testigo, con tres repeticiones de diez palmas cada una. Se seleccionaron las cinco palmas centrales para registrar la producción y realizar conteos mensuales de hojas normales y hojas dobladas, clasificándolas de la siguiente manera: las hojas en grado 2 forman un ángulo de 90° con la vertical, las hojas en grado 3 forman un ángulo superior a 90° e inferior a 110° con la vertical y las hojas en grado 4 forman un ángulo superior a 180° con la vertical (Figura 1).

Con el propósito de determinar la relación entre la concentración foliar y edáfica de nutrientes y el porcentaje de hojas dobladas, en cada uno de los tratamientos se tomó una muestra de folíolos de la hoja diecisiete y una muestra de suelo por cada repetición. Las muestras se procesaron de acuerdo con el procedimiento descrito por Múnevar y Franco (2002).

Resultados y discusión

Las aplicaciones de diferentes fuentes de potasio no afectaron de manera importante el doblamiento foliar y el contenido de potasio en hojas y suelo. No se encontró una relación significativa entre el porcentaje de hojas dobladas y los nutrientes a nivel foliar y de suelo. Sin embargo, las plantas de los tratamientos testigo y K_2SO_4 presentaron los menores porcentajes en el total de hojas dobladas y mayor concentración de potasio foliar, así como menor contenido de este elemento en el suelo. En los tratamientos K_2SiO_3 y KCl el porcentaje de hojas dobladas fue mayor, siendo menor la concentración de K a nivel foliar y mayor en el suelo (Figuras 2D y 3A). Aunque no se encontró diferencia significativa entre tratamientos en el porcentaje de hojas dobladas y en el contenido de potasio a nivel foliar, se observó una relación inversa entre las variables mencionadas, la cual posiblemente se debe a la importante función del potasio en la síntesis de celulosa y lignina (Aguirre et ál., 2006), la lignificación de la pared celular (Loomis y Durst, 1992) y la lignificación de las vainas vasculares (Martínez, 1995), dado que la lignina es un material de refuerzo y sostén que se encuentra con la celulosa y otros polisacáridos en ciertas paredes celulares en las plantas superiores (Salisbury y Ross, 2000).



Figura 1. Clasificación de hojas dobladas en palma de aceite de acuerdo al ángulo formado con la vertical.
M.Y. González.

Además, según reportes de literatura, el potasio incrementa la firmeza en los tejidos y el grosor en las paredes celulares; la deficiencia de potasio genera descomposición del tejido parenquimatoso (Black, 1975). El potasio es muy importante en la formación de frutos compactos (Rincón, 1997). En melón, este elemento presenta un efecto positivo sobre la firmeza de la pulpa de la zona placentaria, en la zona cortical también se ha observado la tendencia al aumento pero sin diferencias significativas (Ribas et ál., 2003).

Existen otros nutrientes como el calcio (Ca) y el boro (B) para los cuales en diferentes estudios se ha reportado su relación con la formación de la pared celular. El calcio se encuentra involucrado en la síntesis de nuevas paredes celulares, en especial, en la lámina media que separa las nuevas células divididas (Taiz y Zeiger, 2006). El incremento del nivel de Ca permite mejorar la resistencia natural a enfermedades y mantiene la calidad del fruto (Fallahi et ál., 1997). El boro juega un rol primario en la biosíntesis y estructura de la pared celular y en la integridad de la membrana plasmática (Marschner, 2002). En palma de aceite se ha estudiado el efecto potasio, calcio y silicio en enfermedades producidas por ganoderma, debido a la resistencia mecánica en los tejidos impartida por estos nutrientes (Gurmit, 1990).

En las plantas tratadas con racimos vacíos se encontraron las menores concentraciones de K a nivel foliar; igualmente, el contenido de K en el suelo estuvo entre los menores y el porcentaje total de hojas dobladas fue intermedio (Figuras 2D y 3A). En las palmas tratadas con KCl se encontró mayor porcentaje de hojas dobladas en grado 4, considerado como el grado más crítico de doblamiento (Figura 2C), así como en grado 3 los mayores porcentajes de hojas dobladas se encontraron en los tratamientos K_2SiO_3 , KCl y tusas, respectivamente (Figura 3B). Es posible que estos resultados se hayan presentado debido a que la fuente KCl presenta el índice de salinidad más alto (116,3) entre los valores de las fuentes aplicadas, aumentando en mayor medida la presión osmótica de la solución del suelo, debido al incremento en la salinidad del mismo (León, 2004), razón por la que puede existir una mayor dificultad en la absorción de agua por parte de las plantas tratadas con dicha fuente de potasio, alcanzando mayores niveles de estrés que las plantas de los demás tratamientos.

Finalmente, en la Figura 2E se muestra el promedio general de hojas dobladas en el tiempo de evaluación, encontrándose cerca de 50% de estas distribuidas de la siguiente manera: alrededor de 30% en grado 3, 10% en grado 4 y 10% en grado 2. En octubre se realizó la

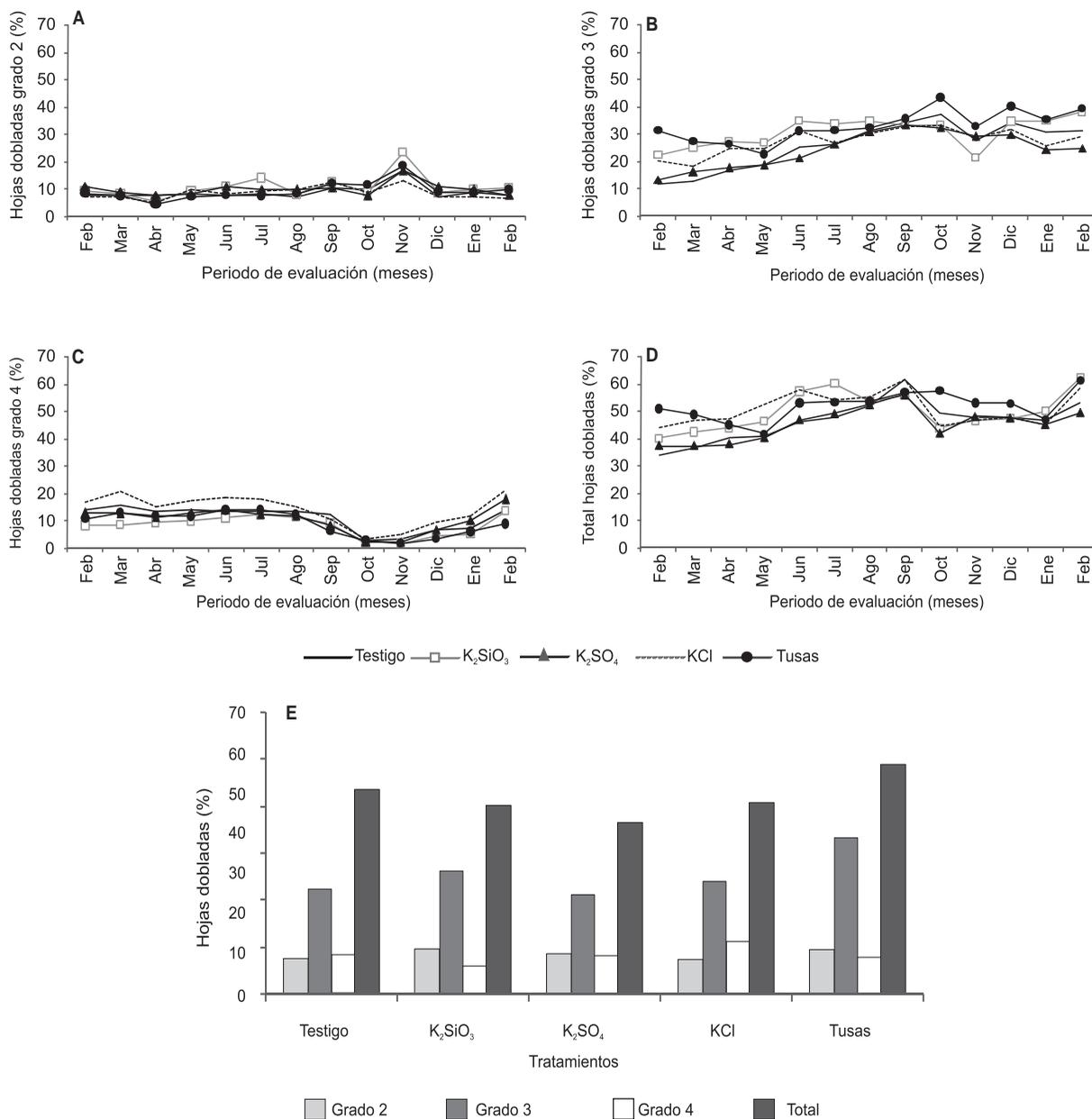


Figura 2. Porcentaje mensual de hojas dobladas: (A) En grado 2. (B) En grado 3. (C) En grado 4. (D) Porcentaje total de hojas dobladas.

labor de poda, actividad que consiste en retirar hojas dobladas u hojas localizadas por debajo del racimo más cercano a corte, y se observó continuidad en la tendencia al doblamiento después de podar las palmas.

Entre los nutrientes relacionados con el doblamiento de hojas está el potasio con baja concentración foliar en contenidos inferiores a 1,07% y el Ca clasificado como alto, con concentraciones superiores a 0,65% (Munévar, 2001) (Figura 3A y 3B). Según Rarajatnam et ál. (1980) y Munevar et ál. (2005), el K

es un elemento móvil en la planta y su concentración foliar disminuye al aumentar la edad de la hoja; el Ca es un elemento no móvil y su concentración foliar se incrementa con la edad de la hoja. En este trabajo se encontró un aumento en el doblamiento de hojas en los tratamientos con menor concentración de potasio a nivel foliar (Figura 2D), en general, en las hojas de los niveles 25 y 33, consideradas las hojas más viejas. El potasio tiene como función primaria la regulación del potencial osmótico y el turgor celular en la planta,

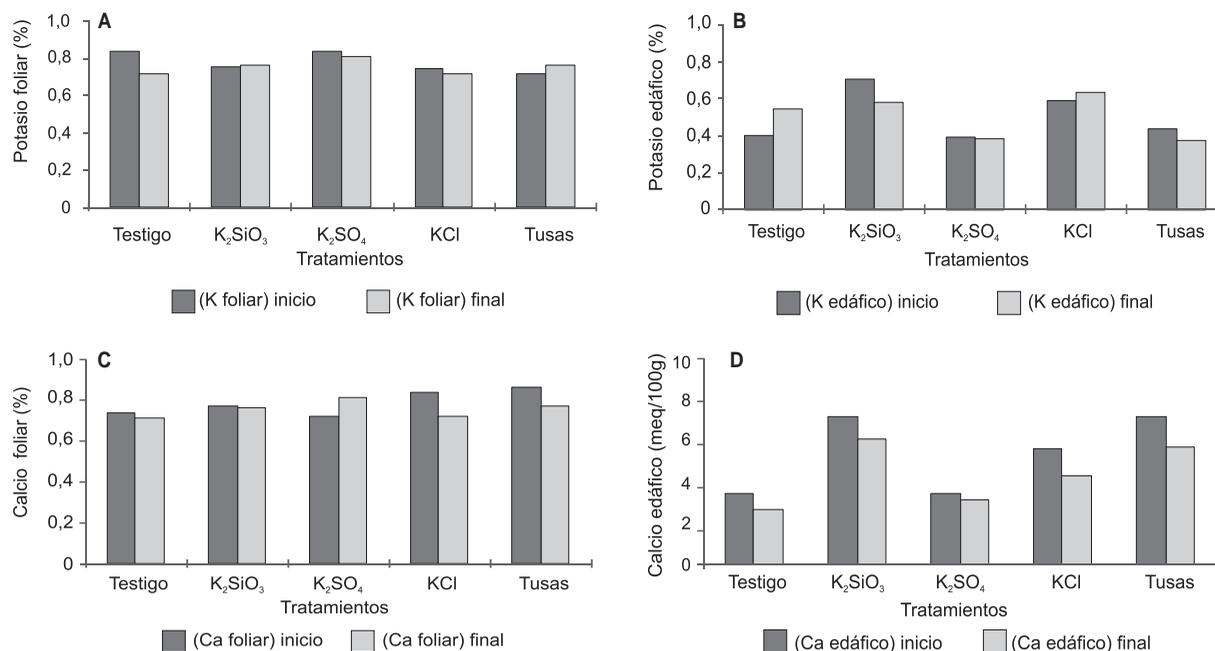


Figura 3. Variación en la concentración foliar (A) y edáfica (B) de potasio y de calcio (C) y (D), en función de diferentes fuentes de potasio utilizadas en la fertilización en palma de aceite.

los altos niveles de este elemento en la célula están asociados a alto turgor (Mengel y Kirkby, 1980 citado por Mulholland et ál., 2001), razón por la que las plantas con bajos contenidos de potasio pueden ser más afectadas por el déficit hídrico.

No se presentó variación significativa entre los contenidos iniciales y finales del potasio a nivel foliar y edáfico; en palma de aceite las fertilizaciones con este nutriente tienen un efecto a corto plazo y duran entre uno y dos meses, y la concentración foliar es mayor en periodos de alta precipitación, mientras en la época de sequía los niveles descienden (Santacruz et ál., 2004). Sin embargo, se observó una relación antagónica entre el potasio y el calcio a nivel foliar y edáfico. El antagonismo del potasio con el calcio y el magnesio se ha reportado en ensayos de fertilización potásica en naranja valenciana, al incrementar las dosis aplicadas de potasio los contenidos de Ca y Mg disminuyen en las hojas (Embleton et ál., 1973 y Cuní et ál., 1986 citados por Guevara 2004). Las aplicaciones de magnesio, sin ajustar los niveles de potasio, crean un efecto antagónico disminuyendo la absorción de potasio. Así mismo, el menor suministro de carbohidratos a las raíces impide su crecimiento ocasionando una restricción en la absorción de nutrientes, en especial de fósforo y potasio, por su baja

movilidad en el suelo. En palma de aceite los excesos de calcio pueden disminuir la absorción de magnesio y potasio (Ross, 2004).

Además de considerar el comportamiento individual del potasio en cada tratamiento, se estudió su interacción con los elementos Ca y Mg, y se encontró en común menores valores para las relaciones Ca/K y Ca+Mg/K en los tratamientos con menor número de hojas dobladas. Para todos los tratamientos los valores de las relaciones Ca/K (0,54) y Ca+Mg/K se consideraron altos, siendo mayores que 0,78 (Figura 4A y 4B). De acuerdo con los resultados de los análisis foliares y de suelos, los tratamientos con KCl y K₂SiO₃ presentaron menor porcentaje de K foliar y mayor porcentaje de este elemento en el suelo. Entre los factores que posiblemente intervinieron en la absorción del nutriente se encuentra el antagonismo con otros nutrientes, la lixiviación, cantidad y tipo de arcilla, el pH del suelo, la estructura del suelo, el contenido de agua y la temperatura del suelo (Gouldin, 1987; Inpofos, 1994; Bertsch, 1995; López et ál., 1998).

De la misma manera, existen tres procesos que permiten que el potasio sea disponible para las plantas, estos son: flujo de masas, difusión e interceptación radical. El flujo de masas se da por efecto de la transpiración de la planta arrastrando elementos en el agua

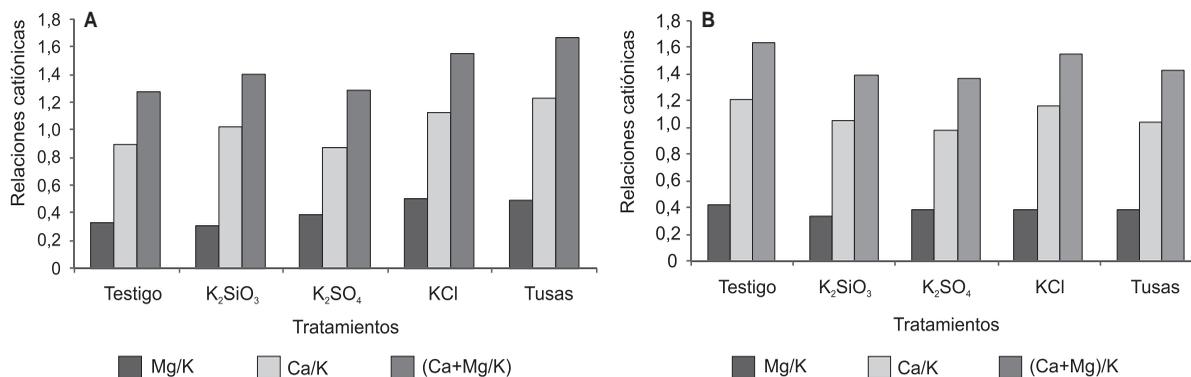


Figura 4. Variación en la relación de bases (A) en las hojas y (B) en el suelo, en función de diferentes fuentes de potasio utilizadas en la fertilización en palma de aceite.

hacia la raíz. Por medio de la difusión, el potasio se mueve hacia las zonas de menor concentración desde las más altas y depende del coeficiente químico de difusión de cada elemento, la magnitud de la gradiente, la textura, la cantidad de agua presente en el suelo, la superficie de la raíz disponible a la adsorción y la viscosidad del medio (Rodríguez, 1989; Skogley, 1994 y Vázquez et ál. 1995). Finalmente, la intercepción radical está relacionada con la capacidad de las plantas de reaccionar a déficits de nutrientes mediante el incremento del volumen de raíces en el suelo para

aumentar la capacidad efectiva de exploración y absorción de los nutrientes (Salisbury y Ross, 2000).

Producción

No se encontraron diferencias significativas en producción de racimos de fruta fresca (t/ha), número y peso promedio de racimos. La mayor producción se presentó en las plantas tratadas con KCl, las cuales presentaron un número superior de racimos y de peso promedio de los mismos, en comparación con los demás tratamientos (Figura 5).

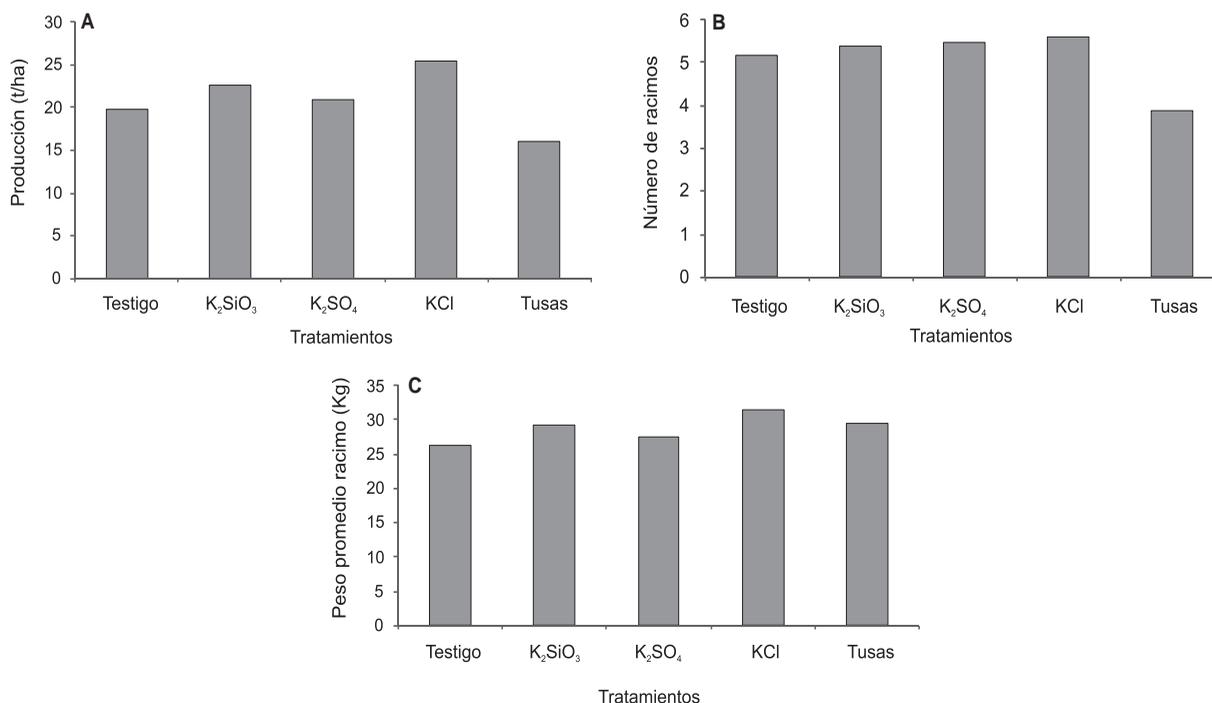


Figura 5. (A) Productividad (t/ha), (B) Número de racimos por palma, y (C) Peso promedio racimo (kg), en la evaluación de diferentes fuentes de potasio para reducir el doblamiento foliar.

En palma de aceite la respuesta de la producción en función del potasio foliar se ajusta al modelo cuadrático (Santacruz, 2004); sin embargo, en este trabajo no se encontró relación entre los contenidos foliares de potasio y la producción. Se observó que los tratamientos K_2SiO_3 y KCl presentaron mayor contenido de K en el suelo y mayor producción.

Conclusiones

La aplicación de fuentes de potasio no afecta de manera significativa el doblamiento foliar en palma de aceite.

Existe relación entre la concentración de potasio y calcio a nivel foliar con el porcentaje de hojas dobladas, así como con las relaciones Ca/K y (Ca+Mg)/K.

Es necesario realizar un trabajo de investigación probando diferentes dosis de potasio en diferentes fracciones.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la plantación Palmeras de la Costa S.A. por la colaboración prestada para la realización de este ensayo y al ingeniero Ernesto Granda por su apoyo logístico en las diferentes actividades efectuadas. La investigación de Cenipalma cuenta con la financiación del Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma.



Bibliografía

- Abraham, V. K. 1997. What causes male inflorescence. *Indian oil palm journal* 1(37).
- Aguirre, S. E.; Menjivar, J. C.; Piraneque, N. V. 2006. Relación entre la nutrición mineral y la severidad del daño ocasionado por pudrición blanca en cebolla de bulbo. *Acta agronómica* 55(4): 21-28.
- Black, C. 1975. *Relaciones suelo-planta*. Tomo II. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires. 677 p.
- Fallahi, E.; Conway, W.; Hickey, K.D.; Sams, C.E. 1997. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. *HortScience* 32: 831-835.
- Giertha, M.; Maser, P. 2007. Potassium transporters in plants – Involvement in K⁺ acquisition, redistribution and homeostasis. Edited by Ulf-Ingo Flugge and Julian Schroeder. *FEBS Letters* 581: 2348–2356.
- Gouldin, W. T. 1987. Potassium fixation and release. In: *Methodology in soil K. Proc. of the 20th. Colloquium of the International Potash Institute*. 137 - 154.
- Guevara, A.; Del Castillo, A.; López, P.; Hartman, T. 2004. Efecto de la fertilización potásica sobre la producción y calidad del naranjo Valencia Late plantado en un suelo ferrítico rojo. *Centro Agrícola* 31: 1-2.
- Gurmit, S. 1991. Ganoderma: seria enfermedad de la palma de aceite en las zonas costeras. *The Planter* 67(786): 421- 444.
- Infopos. 1994. *Potasa: Su necesidad y uso en la Agricultura Moderna*. Canadá. 44 p.
- IPNI. 1996. *Las aplicaciones de potasio pueden ahorrar mucha agua*. International plant nutrition institute, IPNI. 1(5).
- Leigh, R.A; Wyn, R.G. 1984 A hypothesis relating critical potassium concentrations for growth to the distribution and function of this ion in the plant cell. *New Phytol.* 97: 1–13.
- León, L.A. 2004. Características uso y manejo de fertilizantes para palma de aceite. *Palmas* (Colombia), 25(especial, tomo II): 105-114.
- Loomis, W.D.; R.W. Durst. 1992. Chemistry and biology of boron. *BioFactors*. 3: 229-239.
- López, I.; Nieves, L.; Elizalde, E.; Avilán, W. 1998. Respuesta del cultivo del maíz a la fertilización potásica en suelos ácidos en función de algunas propiedades que afectan su disponibilidad. *Agronomía Tropical*. 48(4): 515-539.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of Higher Plants*. Academic Press. Second Edition. 196 p.
- Marschner, H. 2002. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, Londres. 889 p.
- Martínez, F. 1995. *Elementos de fisiología vegetal*. Ediciones Mundiprensa. España. 1147p
- Motta, V.D.; García, J.A.; Ayala, R.A. 2000. Efecto de la poda en el desempeño fisiológico y productivo de la palma de aceite en la Zona Norte colombiana. *Palmas* (Colombia). 21(especial): 41-46.
- Mulholland, J. M.; Fussell, R.N.; Edmondson, J.; Basham, J.; Mckee, M. T. 2001. Effect of vdp, K nutrition and rot-zone temperature on leaf area development, accumulation of Ca and K and yield in tomato. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 76(5): 641–647.
- Munévar, M. F. 2001. Fertilización de la palma de aceite para obtener altos rendimientos. *Palmas* (Colombia). 22(4): 9-17.
- Munévar, M. F.; Romero, F. A.; Cristancho, R. J.; Arias, A. N. 2005. Variación de las concentraciones foliares de nutrientes según la edad fisiológica de las hojas de la palma de aceite en dos localidades de Colombia. *Palmas* (Colombia). 26 (3): 23-36.
- Munévar, M.F.; Franco, B.P. 2002. Guía general para el muestreo foliar y de suelos en cultivos de palma de aceite. *Boletín técnico No 12*. Cenipalma. Bogotá. 24p.



- Rajaratnam, J.A.; Weng, C.K.; Hhen, H. M. 1980. The foundation for selecting leaf 17 for nutrient requirements of mature oil palms. In: Malaysian Society of soil Science (ed). *Conference on classification and management of tropical soils*. Kuala Lumpur. 340-348.
- Ribas, F.; Cabello, M.; Moreno, M.; Moreno, A.; Lopez-Bellido, L. 2003. Influencia del riego y de la aplicación de potasio en la producción del melón (cucumis melo L.). II: Calidad. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 1(1): 79-90.
- Rincón, L. 1997. *Fertilización del melón en riego por goteo*. Melones. Compendio de horticultura n° 10. Ed.Horticultura S.L. 85-93.
- Rodríguez, F. 1989. *Fertilizantes potásicos*. Fertilizantes – Nutrición Vegetal. AGT. SA. México. 77 – 84.
- Ross, M. 2004. La importancia del magnesio para altos rendimientos sostenibles en palma de aceite. *Palmas* (Colombia). 25(especial, tomo II): 98-104.
- Salisbury, F.; Ross, C. 2000. *Fisiología de las plantas 2*. Bioquímica vegetal. Thompson editores Spain. Paraninfo S.A. España. 523p.
- Santacruz, L.; Cristancho, A.; Munévar, F. 2004. Variación temporal de los niveles foliares de nutrientes y su relación con la fertilización, la lluvia y el rendimiento de la palma de aceite (*Elaeis guineensis jacq*) en la plantación Guaicaramo. *Palmas* (Colombia). 25 (especial, tomo II): 160-169.
- Skogley, E. 1994. Nuevo método de análisis de potasio en el suelo. *Informaciones Agronómicas*. No. 16. Inpofos. 1 - 3.
- Sly, M.A. 1968. The results from pruning experiments on adult oil palms in Nigeria. *Journal of the Nigerian Institute of Oil Palm Research*. 4: 88-99.
- Taiz, L.; Zeiger, E. 2006. *Plant physiology*. 2nd ed. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. 764 p.
- Vázquez, B. E.; García, S. 1995. *Nutrición Mineral. Fisiología Vegetal*. Ed. Pueblo y Educación. 158 - 165p.



FOTON

#1 de China en Tractores & Camiones



La mejor opción para los Palmicultores Colombianos!

Precio publico:

Tractor 25HP - 4x2	\$15,900,000	Tractor 82HP*	\$58,900,000
Tractor 25HP - 4x4	\$21,900,000	Tractor 90HP*	\$65,900,000
Tractor 50HP	\$29,900,000	Tractor 105HP	79,900,000
Tractor 70HP	\$49,900,000	Tractor 125HP	89,900,000

BOGOTÁ Cra 45 (autopista Norte) # 242-10 Tel 676 02 82 / Fontibon Av Calle 13 con Cra 97 Tel 743 19 17/ Avenida Boyacá con Calle 66/Terpel Av. Boyacá # 77A-15 Tel 544 57 99 / AV Cra 68 # 67B - 35 Tel: 240 94 35 / Puente Aranda Calle 13 # 56-44 Tel:261 24 33- 400 58 15 / **MEDELLÍN** Calle 2 #50 - 21.(Avenida del Río) Tel: 361 58 28 / **CALI** Colcamperos Av. 3N #34-46 Tel 485 39 99 / Sameco Ltda Calle 70 Norte # 2AN - 620 Tel: 664 42 51 / **VILLAVICENCIO** Alkosto Villavicencio Calle 31 No. 31-95 Av. El Llano Tel 668 52 95 / **IBAGUÉ** Calle 37 Av. Ambala Esquina Tel 265 55 29 / **PEREIRA** Via Cerritos Entrada 6 A Tel 315 50 50 / **BARRANQUILLA** Calle 45 #29-88 Tel 370 10 42 / **BUCARAMANGA** Carrera 15 # 18- 45 Tel 671 11 11 / **NEIVA** Cra 7 # 2-25 sur Tel 870 16 53 / **FLORENCIA** Carrera 11 # 14 - 30 Tel 435 21 74 / Valido hasta 30/06/2010

www.foton.com.co

*Tractor con Cabina y Aire Acondicionado \$3,000.000 extra.