

## Efecto de la deficiencia de potasio sobre parámetros foliares de palma de aceite \*

### Effect of Potassium Deficiency on Leaf Parameters of Oil Palm

**CITACIÓN:** Santana-Rojas, J. A., Cayón-Salinas, D. G. y Torres-Bazurto, J. (2015). Efecto de la deficiencia de potasio sobre parámetros foliares de palma de aceite. *Palmas*, 36(4), 31-37.

**PALABRAS CLAVE:** fisiología de plantas, nutrición vegetal, peso seco, área foliar, ácaros.

**KEY WORDS:** Plant physiology, plant nutrition, dry weight, leaf area, mites.

**RECIBIDO:** agosto de 2015.

**APROBADO:** septiembre de 2015.

\* Artículo de investigación e innovación científica y tecnológica.

**JONATHAN ALEXANDER ROJAS SANTANA**

Promotora Hacienda Las Flores S.A.

**DANIEL GERARDO CAYÓN SALINAS**

Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia- Sede Palmira, Facultad de Ciencias Agropecuarias. [dgcayons@unal.edu.co](mailto:dgcayons@unal.edu.co)

**JAIME TORRES BAZURTO**

Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia- Sede Bogotá, Facultad de Ciencias Agrarias

## Resumen

La mayoría de estudios sobre nutrición y fertilización en palma de aceite describen los síntomas de deficiencia de un nutriente pero muy pocos analizan sus efectos fisiológicos en la planta. El objetivo de este ensayo fue estudiar el efecto de la deficiencia de potasio sobre algunas variables morfológicas y fisiológicas de la hoja de palma de aceite. Se utilizó el diseño experimental completamente al azar, dos tratamientos (palmas sanas y palmas deficientes de potasio), cuatro repeticiones y cinco palmas por repetición. En la hoja 17 se midió el número y tamaño de folíolos, área y peso seco, peso foliar específico y área foliar específica. El tamaño de los folíolos, el peso seco y el área de las hojas con deficiencia de K fueron significativamente menores que las hojas sin deficiencia. El peso foliar específico fue mayor en las hojas con deficiencia, lo cual podría explicarse por la relación existente entre la deficiencia de K y la presencia de ácaros en estas hojas.

## Abstract

Most studies on nutrition and fertilization in oil palm describe the symptoms of deficiency of a nutrient, though few of them analyze their physiological effects into the plant. For this study, the effect of potassium deficiency on some physiological and morphological variables of leaves was compared for oil palm trees planted under tropical rain forest conditions. A complete randomized blocks design was used in order to carry out the experiment considering two treatments (healthy palms and potassium deficient palms), four replications and five plants by each replication. Morphological variables (size and number of leaflets), and physiological variables (specific leaf area and specific leaf weight) were evaluated in the 17th leaf. The size of leaflets, dry weight and the area of K deficiency leaves were significantly lower than the leaves without deficiency. Specific leaf weight was higher in leaf with deficiency, which could be explained by the relation between K deficiency and the presence of mites on K deficiency leaves. Results point that K deficiency affects the growth of leaf and is associated with the mites' attack, so the alteration of the leaf weight is the result of lack of K and the biomass of mites in the tissues of the leaf.

## Introducción

La mayoría de estudios sobre nutrición y fertilización en palma de aceite describen los síntomas de deficiencia de un nutriente pero muy pocos analizan sus efectos fisiológicos en la planta. El efecto de las deficiencias nutricionales en palma de aceite es muy diverso y puede causar alteraciones fisiológicas que afectan el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo, y mayor susceptibilidad al ataque de plagas o enfermedades. Por esto, el manejo de la nutrición es fundamental y la carencia de alguno de los nutrientes en la palma puede generar efectos negativos (Munévar, 2004; Huber *et al.*, 2012). El síntoma más común de la deficiencia de K en la palma de aceite son manchas anaranjadas que se inician con el desarrollo de puntos irregulares de color amarillo pálido en los folíolos de las hojas viejas (Hartley, 1988; Corley & Tinker, 2009; Munévar, 2004). Normalmente, la deficiencia de K en la planta está asociada a carencia del elemento en los suelos o a dosis bajas de fertilización (Marschner, 2003), pero en las zonas tropicales la condición más común es la deficiencia en el suelo, no solo por características evolutivas, sino por excesivos niveles de precipitación que pueden generar lixiviación de nutrientes (Osorio, 2014; Castro y Gómez, 2010). Existe una gama amplia de estudios en diferentes cultivos que muestran numerosas y variadas relaciones entre

las enfermedades y el nivel de nutrición de las plantas (Yamada, 1995; Marschner, 2003; Huber *et al.*, 2012). Se ha determinado que las deficiencias y desbalances nutricionales hacen parte de los factores que predisponen la palma de aceite al ataque de enfermedades y plagas (Acosta *et al.*, 2002; Acosta y Munévar, 2003; 2004). En un estudio realizado en palmas con niveles foliares de K de 0,75 % considerado un nivel muy bajo, estas estaban siendo afectadas por *Pestalotiopsis* y al aumentar el nivel de K de 0,75 a 0,90 %, el índice de daño pasó de 224 a 146 lesiones/cm<sup>2</sup>/folíolo (Motta *et al.*, 2004). La deficiencia de K hace que la concentración de azúcares y aminoácidos sea elevada en las hojas y como estas sustancias favorecen el desarrollo de patógenos, las plantas deficientes se predisponen al ataque de enfermedades (Munévar, 2004).

El área y el peso seco de la hoja son variables fisiológicas muy sensibles a la aplicación de fertilizantes y se han desarrollado métodos no destructivos (indirectos) para su estimación en la palma de aceite (Hardon *et al.*, 1969; Corley *et al.*, 1971; Corley & Tinker, 2009; Contreras *et al.*, 1999; 2012). El peso foliar específico (PFE) es una forma de estimar la eficiencia fotosintética mediante la producción de materia seca por unidad de superficie foliar y está asociado con variaciones en las tasas de fotosíntesis, debidas a la

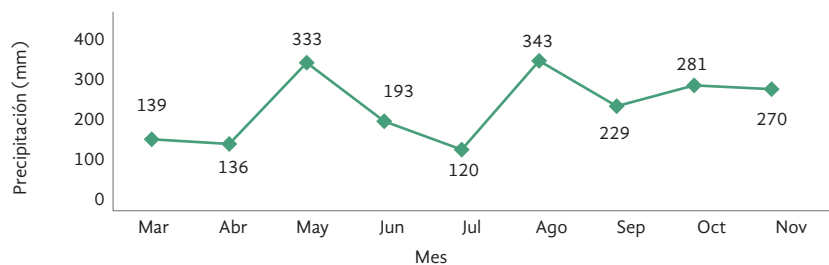
acumulación de una mayor cantidad de carbohidratos de reserva para posterior desarrollo o con diferencias estructurales anatómicas y morfológicas de la hoja (Ayala, 2000; Santamaría *et al.*, 2000; Pérez *et al.*, 2004). Estos parámetros son importantes teniendo en cuenta que el manejo de la nutrición es fundamental y determinante en el crecimiento y desarrollo de las plantas, y en los niveles de rendimiento dado que el K cumple una función clave en los procesos fisiológicos y su carencia en la planta puede generar efectos negativos. El objetivo de este trabajo fue medir el efecto de la deficiencia de potasio sobre algunas variables morfológicas como número y tamaño de folíolos, y fisiológicas como área foliar y peso foliar específico de la hoja 17 en la palma de aceite.

## Materiales y métodos

### Área de estudio y material vegetal

El estudio se realizó entre junio y julio de 2013 en la plantación Brisas, ubicada en la vereda La Serena del

municipio de Tibú (Norte de Santander) bajo condiciones de bosque húmedo tropical (bh-T), localizada a 8° 39' 29,4" de Latitud Norte y 72° 49' 13,9" de Longitud Oeste, altitud de 117 msnm, temperatura media anual de 32 °C, humedad relativa del 80 % y precipitación de 2.500 a 2.800 mm/año. El comportamiento de la precipitación durante la etapa experimental (Figura 1) mostró un período relativamente seco de marzo a julio en el cual se tomaron los datos de este estudio. El material del estudio fue Dami Las Flores siembra 2005, densidad de 143 palmas/ha. Se utilizó el diseño experimental completamente al azar con dos tratamientos 1) palmas sin deficiencia de K y 2) palmas con deficiencia de K, cuatro repeticiones y cinco palmas/repeticion. En el lote experimental se seleccionaron palmas sanas (testigo) y palmas con los síntomas claros y característicos de la deficiencia de K (Figura 2) que se manifiestan con la presencia de manchas de color anaranjado expandidas tanto a través como entre las nervaduras, con la fusión de estas en áreas irregulares más grandes que dan una apariencia bronceada (Hartley, 1988; Corley & Tinker, 2009). En la hoja 17 se midieron los parámetros mor-



**Figura 1.** Comportamiento mensual de la precipitación durante el año 2013.



**Figura 2.** Palma con síntomas característicos de la deficiencia de potasio.

fisiológicos de número y tamaño de folíolos, área foliar (AF), peso seco de la hoja (PSH), peso foliar específico (PFE) y área foliar específica (AFE).

### Área foliar (AF)

El AF se estimó con la metodología propuesta por Corley *et al.*, (1971) para la determinación de esta medida fisiológica, por medio de la ecuación  $0,55 * (n * l)$ , donde 0,55 es el factor de corrección, (n) el número total de folíolos de la hoja, (l) el promedio de la longitud de los seis folíolos más grandes y (w) el promedio del ancho en la parte media de los seis folíolos más grandes.

### Peso seco de la hoja (PSH)

El peso seco de la hoja (PSH) se determinó aplicando la fórmula de Corley *et al.*, (1971)  $PSH = 0,1023P + 0,2062$  donde P es el ancho de la sección transversal del pecíolo de la hoja fresca por su grosor en centímetros medidos donde se une el raquis con el pecíolo.

### Área foliar específica (AFE) y peso foliar específico (PFE)

Se tomaron dos folíolos centrales de cada lado de la hoja 17, en cada uno se cortó un segmento central de 10 cm de largo, se midió su ancho en la parte media y se calculó el área de cada sector; luego, los segmentos se secaron en un horno de circulación forzada a 85 °C durante 24 horas hasta peso seco constante. El AFE se calculó dividiendo el área de los segmentos foliares entre su peso seco ( $AFE = AS/PS$ ) y el PFE dividiendo el peso seco de los segmentos foliares entre su área ( $PFE = PS/AS$ ). Los datos generados fueron so-

metidos al análisis de varianza y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey, utilizando el programa estadístico INFOSTAT®.

## Resultados y discusión

### Área y peso foliar

No hubo diferencias significativas para el peso seco de la hoja 17 entre las palmas sin deficiencia y las palmas con deficiencia de K, mientras que el área de las hojas sin la deficiencia fue mayor que el de las hojas con deficiencia de K como respuesta fisiológica a la carencia del elemento (Tabla 1). Las hojas con deficiencia de K presentaron valores significativamente menores en el tamaño de los folíolos centrales, mientras que el número de los mismos no se afectó por la deficiencia. Al respecto, Fairhurst (1999) asegura que entre los nutrientes mayores, el K tiene uno de los efectos más significativos en la velocidad de crecimiento de la palma, principalmente del área foliar; por su parte, Corley (1985) encontró que el AF en palmas adultas aumentó 30 % con la aplicación de nitrógeno y potasio. El AF es uno de los mejores indicadores de la capacidad fotosintética y está relacionada con el crecimiento y rendimiento de la palma de aceite y otros cultivos (Xu & Shen, 2002; Awal *et al.*, 2004).

### Peso foliar específico (PFE)

El PFE (peso seco/área de la hoja) es una forma de estimar la eficiencia fotosintética mediante la producción de materia seca por unidad de superficie foliar. El PFE fue significativamente mayor en las hojas con deficiencia de K (Figura 3) lo cual, aparentemente

**Tabla 1.** Efecto de la deficiencia de potasio sobre los folíolos centrales y el peso seco de la hoja de palma de aceite.

| Hoja                 | Peso seco hoja (kg) | Área hoja (m <sup>2</sup> ) | Folíolos   |            |                         |
|----------------------|---------------------|-----------------------------|------------|------------|-------------------------|
|                      |                     |                             | Ancho (cm) | Largo (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) |
| Sin deficiencia de K | 3,27                | 8,1                         | 4,2 a      | 99,3 a     | 421 a                   |
| Con deficiencia de K | 3,13                | 6,2l                        | 3,8 b      | 88,4 b     | 335 b                   |
| Significancia        | ns                  | *                           | *          | *          | *                       |

Promedios con letras distintas son significativamente diferentes según la prueba de Tukey (P<0,05)

\* Prueba F significativa (P<0,05). ns prueba F no significativa.

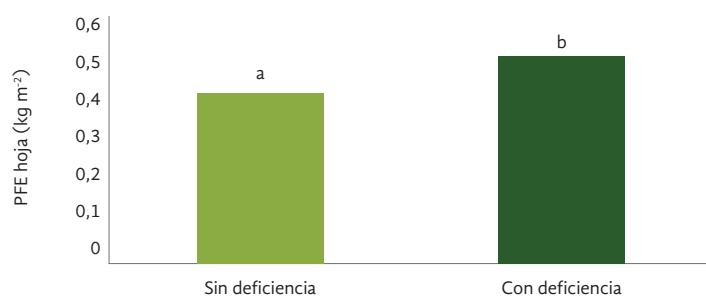
contrario a lo esperado desde el punto de vista fisiológico (reducción del crecimiento por deficiencia de K), podría explicarse por la relación existente entre la deficiencia de K y la presencia del ácaro *Retractus elaeis* en las hojas de palmas deficientes de K (Syed, 1994; Rondón *et al.*, 1997; Motta *et al.*, 2004).

### Área foliar específica (AFE)

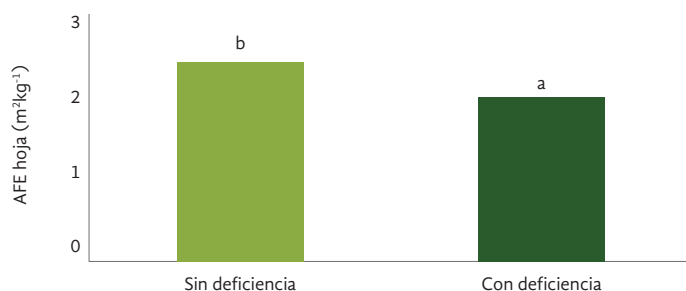
El AFE expresa el grosor relativo de las hojas y es un parámetro fisiológico muy sensible a factores ambientales y de manejo agronómico como la fertilización (Santos *et al.*, 2005; Cortés *et al.*, 2006). Se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre el AFE de palmas sin deficiencia y palmas con deficiencia de K (Figura 4). Una reducción del AFE indica que existe mayor masa seca en los tejidos foliares y se atribuye a las alteraciones estructurales anatómicas y morfológicas de la hoja por el aumento en la concentración de asimilados y el peso seco de esta (Ayala, 2000; Santamaría *et al.*, 2000; Pérez *et al.*, 2004). En el caso de este estudio, la reducción del AFE en las hojas con deficiencia de K también está indicando que hay mayor peso seco en esas hojas, lo cual no sería lógico ante la deficiencia de un ele-

mento esencial como el K para el crecimiento pero, como se explicó anteriormente, debido a la relación que existe entre la deficiencia de K y la presencia de ácaros en las hojas con deficiencia ya que el peso de las estructuras del ácaro es mayor al de cualquier componente molecular de la hoja.

Como las hojas deficientes en K son atacadas por el ácaro *Retractus elaeis*, esto posiblemente explica que el incremento del PFE en las hojas con deficiencia de K sea producto de las diferencias estructurales, anatómicas y morfológicas inducidas en la hoja por la acción del ácaro al colonizar los tejidos de empalizada de los folíolos, lo cual trae como consecuencia el incremento del peso seco de los folíolos por la presencia de las estructuras del ácaro. Según Salisbury y Ross (1994; 2000), el K es fundamental para la síntesis de almidón pues la enzima almidón-sintetasa que cataliza esta reacción es activada por  $K^+$ , una de las razones por las cuales este ion es esencial para las plantas y, probablemente, que sean azúcares y no almidón los que se acumulan en plantas con deficiencia de K. Esto podría explicar el hecho que el ácaro ataque las hojas deficientes de K por la mayor concentración de azúcares simples (principalmente glucosa) que quedan libres en ellas al no completarse la síntesis de almidón.



**Figura 3.** Efecto de la deficiencia de potasio sobre el peso foliar específico (PFE) en palmas de aceite. Barras con letras distintas son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).



**Figura 4.** Efecto de la deficiencia de potasio sobre el área foliar específica (AFE). Barras con letras distintas son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Como el PFE expresa el grosor de la hoja (Marini & Sowers, 1990), es posible que, a medida que el ataque de los ácaros avanza, el peso foliar también aumente a causa de las estructuras de estos presentes en la hoja.

## Conclusiones

La deficiencia de K afecta drásticamente el crecimiento y desarrollo de la hoja y generalmente se encuen-

tra asociada con el ataque de ácaros, por lo cual, la alteración del peso foliar es el resultado conjunto de la carencia de este elemento esencial y la población presente de ácaros en los tejidos de la hoja.

Por esto, al tomar muestras para análisis foliar en las palmas, se recomienda revisar muy bien si hay presencia de ácaros en las hojas porque estos pueden alterar los resultados del laboratorio debido a los elementos minerales presentes en sus estructuras.

---

## Referencias bibliográficas

- Acosta, A., Munévar, F., Gómez, P. L., & Santacruz, L. (2002). Nutritional factors associated with but rot disease in oil palm plantations in Colombia. In: 2002 *International. Oil Palm Conference and exhibition*. Bali, Indonesian Oil Palm Institute. pp. 1-12.
- Acosta, G. A., & Munévar, F. (2003). But rot in oil palm plantations: Link to soil physical properties and nutrient status. *Better Crops International*, 17(2), 22-25.
- Awal, M., Wan, I., Endan, J., & Haniff, M. (2004). Regression model for computing leaf area and assessment of total leaf area variation with frond ages in oil palm. *Asian J. of Plant Sc.*, 3(5), 642-646.
- Ayala, I. (2000). Identificación de variables morfológicas y fisiológicas asociadas con el rendimiento en materiales de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq). *Palmas*, 21(2), 10-21.
- Castro, H. y Gómez, M. (2010) Fertilidad de suelos y fertilizantes. pp. 217-303. En: Burbano, H. y Silva, F. (Ed.). *Ciencia del suelo principios básicos*. Bogotá: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.
- Contreras, A. P., Corchuelo, G., Martínez, O. y Cayón, D. G. (1999). Estimación del área y del peso seco foliar en *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera* y el híbrido interespecífico *E. Guineensis* x *E. Oleifera*. *Agronomía Colombiana*, 16(1-3), 24-29.
- Contreras, A., Cayón, D. G., & Corchuelo, G. (2012). Models to estimate the bunch dry weight in African oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.), American oil palm (*Elaeis oleifera* H.B.K. Cortes) and the interspecific hybrid (*E. oleifera* x *E. guineensis*). *Agronomía Colombiana*, 30(1), 46-51.
- Corley, R. H., Hardon, J. J., & Tan, G. (1971). Analysis of growth of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) estimation of growth parameters and application in breeding. *Euphytica*, 20, 307-315.
- Corley, R. H. V. (1985). Yields potentials of plantation crops. In: Potassium in the agricultural systems of the humid tropics. Proc. 19<sup>th</sup> *Colloquium Int. Potash Inst.*, Bern, Switzerland.
- Corley, R. H. V. y Tinker, P. B. (2009). *La palma de aceite*. 1ª publicación en español (4ª ed. en inglés). Bogotá: Fedepalma.
- Cortés, C., Cayón, D. G., Aguirre, V. H. y Chávez, B. (2006). Respuestas de palmas de vivero a la aplicación de residuos de la planta extractora. I. Desarrollo vegetativo y distribución de materia seca. *Palmas*, 27(3), 23-32.
- Fairhurst, T. H. (1999). Nutrient use efficiency in oil palm: measurement and management. *The Planter*, 75, 173-177.

- Hardon, J. J., Williams, C. N., & Watson, I. (1969). Leaf area and yield of the oil palm in Malaysia. *Expl. Agric.*, 5, 25-32.
- Hartley, C. W. S. (1988). *The Oil Palm*. Third Edition. London: Longman Harlow.
- Huber, D., Römheld, V., & Weinmann, M. (2012). Relationship between Nutrition, Plant Diseases and Pests. In: Marschner, P. (Ed.). *Mineral nutrition of higher plants*. Third Edition. London: Academic Press.
- Marini, R. P., & Sowers, D. L. (1990). Net photosynthesis, specific leaf weight and flowering of peach as influenced by shade. *Hort. Science*, 25, 331-334.
- Marschner, H. (2003). *Mineral nutrition of higher plants*. Second Edition. London: Academic Press.
- Motta, D., Arias, N., Munévar, F., Aldana, J., Rairán, N., Córdoba, H., Esteban, L. y Calvache, H. (2004). Relación entre la nutrición del cultivo y la incidencia de la Pestalotiopsis de la palma de aceite en las zonas Norte y Central de Colombia. *Palmas*, 24 (Especial), 182-184.
- Munévar, F. (2004). Relación entre la nutrición y las enfermedades de las plantas. *Palmas*, 25(Especial, 2), 171-178.
- Osorio, N. W. (2014). *Manejo de los nutrientes en suelos del trópico*. Segunda edición. Medellín: Editorial L. Vieco S.A.S.
- Pérez, J., García, E., Enríquez, J., Quero, A. y Hernández, A. (2004). Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de *Brachiaria* Híbrido. *Tec. Pec. Mex.*, 42(3), 447-458.
- Rondón, H., Calvache, H. y Mesa, J. (1997). *Efecto de la fertilización con tres niveles de potasio y dos niveles de azufre sobre poblaciones y daño del ácaro Retracus elaeis Kelfer (Acariformes: Eriophyidae) en la palma de aceite en Puerto Wilches, Santander*. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Facultad de Ciencias Agrarias.
- Salisbury, F. y Ross, C. (1994). *Fisiología Vegetal*. Cuarta edición. Ciudad de México: Grupo Editorial Iberoamericana S.A.
- Salisbury, F. y Ross, C. (2000). *Fisiología de las plantas, Tomo 2: Bioquímica vegetal*. Madrid: International Thomson Editores.
- Santamaría, M., Villegas, A., Colinas, M. y Calderón, G. (2000). Peso específico, contenido de proteína y clorofila en hojas de naranjo y tangerino. *Agrociencia*, 34, 49-55.
- Santos, C. y Segura, M. (2005). *Evaluaciones de variables fisiológicas y componentes de rendimiento en cuatro variedades y dos clones de papa (Solanum tuberosum) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca)*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Facultad de Ciencias Agrarias.
- Syed, R. (1994). Estudio del manejo de plagas en palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 15(2), 55-68.
- Xu, D. Q., & Shen, Y. G. (2002). Photosynthetic efficiency and crop yield. In: Pessaraki, M. (Ed.). *Handbook of Plant and Crop Physiology*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Yamada, T. (1995). La nutrición mineral y la resistencia de las plantas a las enfermedades. *Informaciones Agronómicas*, 23, 7-10.