

**MACRO Y MICRONUTRIENTES EN LA HOJA DEL COCOTERO ENANO
(*Cocos nucifera* L.) DESPUÉS DE UN AÑO DE FERTIRRIGACIÓN CON NK**

**Leaf macro and micronutrients content of the green dwarf coconut
(*Cocos nucifera* L.) after one year fertigated with NK**

**João F. Sampaio Peixoto¹, Lucia H. Garófalo Chaves² * y
Hugo O. Carvalho Guerra^{2*}**

ABSTRACT

The present study was conducted at the Neopolis Platou Fruticulture Project, located near the banks of San Francisco River, Sergipe State, Brazil, and had the objective to evaluate the effect of different doses of N and K, applied during one year through fertigation, on the leaf macro and micronutrients of the coconut (*Cocos nucifera* L.). The experimental design was a completely randomized block design with four replicates of ten combinations of N (urea) and K (KCl), treatments defined by the Plan Puebla III Matrix Model. Each treatment was repeated four times. The experimental plots were six coconut plants. The concentration of macro and micronutrients in the leaf, before and after the fertigation period were determined. With the exception of N, Na and Cl, the concentrations of macro and micronutrients were not influenced by the NK treatments. The concentrations of N, P, Ca and Mg in the leaf decreased and the Cu and Cl increased after one year of fertigation.

Key words: coconut, fertigation, nitrogen, potassium

RESUMEN

El presente trabajo fue conducido en el área de influencia del Proyecto de Fruticultura Platou de Neopolis, localizado en las márgenes del Río San Francisco, Estado de Sergipe, Brasil, y tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes dosis de N y K aplicados durante un año vía fertirrigación en las concentraciones de macro y micronutrientes de las hojas de cocotero (*Cocos nucifera* L.). El diseño experimental fue bloques completos al azar con diez combinaciones de N (urea) y K (KCl), tratamientos definidos por la matriz Plan Puebla III. Cada tratamiento se repitió cuatro veces. Cada unidad experimental fue constituida por seis plantas. Para cada tratamiento se evaluaron las concentraciones de macro y micronutrientes en las hojas antes y después de un año de fertirrigación. Con excepción del N, Na, y Cl, las concentraciones de macro y micronutrientes no fueron influenciados por los tratamientos NK. Las concentraciones de N, P, Ca y Mg en la hoja disminuyeron y el Cu y el Cl aumentaron después de un año de fertirrigación.

Palabras clave: cocotero, fertirrigación, nitrógeno, potasio

¹ Usina Sta. Clotilde, Alagoas, Brasil. E-mail: santaclotilde@uol.com.br

² Universidad Federal de Campina Grande (UFCG), Departamento de Engenharia Agrícola, Av. Aprígio Veloso, 882. Campina Grande – Pb., Brasil. E-mail: lhgarofalo@hotmail.com; hugo_carvalho@hotmail.com *Autor para correspondencia. Recibido: 29 de diciembre de 2005. Aceptado: 18 de mayo de 2006.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del coco (*Cocos nucifera* L.) se ha adaptado bien a las condiciones edafoclimáticas de casi todas las regiones brasileñas, sin embargo, se encuentra predominantemente en las regiones costeras del noreste del Brasil. Por su rusticidad, podría suponerse que el cultivo en esas regiones no requeriría de riego. Sin embargo, por el hecho de necesitar para su pleno desarrollo agua en gran cantidad y bien distribuida, se hace necesario complementar el agua de lluvia mediante riego. Una restricción hídrica severa puede afectar negativamente la productividad del cocotero por un período de 8 a 24 meses después de cesado el estrés (Nogueira *et al.*, 1998). Según Sao José *et al.* (1999), el área del experimento, situada a pocos kilómetros del mar, pasa por un período de sequía pronunciado de septiembre a febrero, lo que prácticamente obliga a los productores de coco a utilizar riego.

Después del riego, la fertilización es la práctica que tiene mayor impacto en la productividad del coco (Sobral, 1998), toda vez que la cantidad de nutrientes extraída por el cocotero es elevada. Esto ocurre debido a que la planta se desarrolla rápida y continuamente, con floración, fructificación y maduración de los frutos en forma simultánea, necesitando, por lo tanto, de aplicación constante de fertilizantes para alcanzar una elevada producción (Ohler, 1984).

Varios trabajos de investigación han mostrado que la suplementación con N y K es la más requerida por el cocotero (Ouvrier, 1984; Bonneau *et al.*, 1993). De acuerdo con Sobral (1998), la falta de N provoca un amarillamiento de las hojas más viejas y una disminución del número de flores femeninas. El K influye positivamente en el número de inflorescencias emitidas y, consecuentemente, en la producción. La deficiencia de K se caracteriza por la presencia de manchas de color de óxido en ambos lados de la hoja y también por una pequeña etiolación. Este nutriente es exportado en gran cantidad por los frutos (Pillai y Davis, 1963). Así, en cocoteros de baja productividad es posible detectar una acumulación del K en las hojas.

La existencia de nutrientes en el suelo no garantiza la disponibilidad en cantidades suficientes para las plantas, debido a que diversos otros factores, tales como las características físicas del suelo, la exten-

sión del sistema radicular y el potencial hídrico de los pelos radiculares pueden influenciar su absorción (Reichardt y Timm, 2004). Ciertos análisis de suelo y de planta pueden servir para complementar la información sobre disponibilidad y el estado nutricional de las plantas, particularmente cuando se pretende realizar un seguimiento del estado nutricional de las plantas durante su desarrollo y complementar la información para formular recomendaciones. En el Noreste del Brasil no hay suficientes datos disponibles para dar soporte a recomendaciones de fertilizantes para el cocotero, en especial para el cocotero enano que se maneja con fertirrigación.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de N y K después de un año de fertirrigación, sobre las concentraciones de macro y micro nutrientes en la hoja del cocotero enano, información que puede servir para mejorar las predicciones sobre necesidades nutrimentales de estos árboles.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se condujo durante el período de agosto de 2000 a agosto de 2001, en el área de influencia del Proyecto de Fruticultura regada del Platou de Neópolis, situado en la margen derecha del Río San Francisco, en la ciudad de Neópolis, Estado de Sergipe, Brasil (10°17' a 10°24' lat. Sur, 36° 35' a 36°45' long. Oeste). El suelo del sitio experimental se clasificó como Argisol amarillo distrófico, arenoso, Arenic Hapludult (Soil Taxonomy, 1998), con granulometría en la capa superficial (0-0,20 m) de 892; 50 y 58 g kg⁻¹ de arena, limo y arcilla, respectivamente.

El clima, según la clasificación de Köppen (1936) es del tipo As (tropical lluvioso, con verano seco), pluviometría en torno a 1.200 mm anuales, con lluvias concentradas en los meses de abril a septiembre. El cultivo utilizado fue el cocotero enano (*Cocos nucifera* L.).

El diseño experimental fueron diez tratamientos distribuidos en bloques al azar. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones, así, el total de parcelas experimentales fue 40. Los tratamientos resultaron de la combinación de cinco dosis de N y cinco dosis de K (Cuadro 1), definidos a partir de la matriz experimental Plan Puebla III modificada (Leite, 1984).

Cuadro 1. Dosis de N y K (g planta⁻¹ año⁻¹) aplicadas conforme a la matriz Plan Puebla III modificada.
Table 1. N and K rates doses (g plant⁻¹ yr⁻¹) applied according to the Modified Plan Puebla III matrix.

Nutrientes	Tratamientos									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Nitrógeno	810	810	1890	1890	135	2565	810	1890	1350	135
Potasio	810	1890	810	1890	810	1890	135	2565	1350	135

La parcela útil estuvo conformada por seis plantas de 3,5 años de edad, dispuestas en triángulo con un espaciamiento de 7,5 m entre plantas. Las dosis de N y K se dividieron en 52 porciones iguales, distribuidas semanalmente en un período total de 52 semanas vía agua de riego, en las formas de urea (45% de N) y cloruro de potasio (60% K₂O). Se utilizó el sistema de riego por micro aspersión, con dos emisores por planta, con una descarga individual de 40 L h⁻¹, operando a una presión de 200 kPa. La lámina de agua que se aplicó, 150 L planta⁻¹ d⁻¹, se calculó con base en la media histórica de 10 años del período de mayor demanda evaporativa, medida en un estanque de evaporación Clase A. La aplicación de agua y nutrientes a las parcelas se hizo mediante la colocación de válvulas solenoides en el cabezal de control del sistema, independiente de cada tratamiento. Las características del agua de riego, proveniente del Río San Francisco, se indican en el Cuadro 2.

Con la finalidad de llevar los contenidos de calcio (Ca) y magnesio (Mg) a niveles adecuados, se aplicaron 2 t de cal dolomítica al suelo al inicio del experimento. Para prevenir deficiencias de cobre (Cu), comúnmente encontradas en cocoteros plantados en suelos como los usados en el presente estudio (Sobral, 1998), se aplicaron 100 g de sulfato de cobre por planta.

Para evaluar el efecto de los tratamientos en los contenidos de macro y micronutrientes, se co-

lectaron muestras de la hoja 9 (contadas basipetalmente), al inicio y final del experimento, en todas las plantas útiles de las 40 parcelas. De cada hoja se retiraron tres folíolos a cada lado de la parte central de cada hoja y se enviaron al laboratorio para ser analizados. Los folíolos se limpiaron y secaron en una estufa con circulación forzada de aire, a una temperatura entre 70 y 75°C durante 48 h (Malavolta *et al.*, 1997). Después se trituraron en un molino Willey, se pasaron a través de tamices de malla de 0,841 mm (20 mesh) antes de ser analizadas. El N se determinó por el método de Kjeldahl. Una muestra paralela se sometió a una digestión nitroperclórica, y en ese digerido se midió la concentración de fósforo (P) por el método colorimétrico del vanadatomolibdato de amonio, el K y el sodio (Na) por espectrometría de emisión y el Mg, Ca, zinc (Zn), manganeso (Mn) y Cu, por espectrometría de absorción atómica. El azufre (S) se determinó mediante la precipitación del sulfato por el cloruro de bario. El cloro (Cl) se determinó por titulación potenciométrica, y el boro (B) colorimétricamente (Sobral, 1998).

Los datos se sometieron a análisis de varianza y se ajustaron los modelos de regresión que relacionan las dosis aplicadas a las variables obtenidas. También se aplicó la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para comparar las medias de los tratamientos (Pimentel Gomes, 1987).

Cuadro 2. Análisis químico del agua de riego captada del Río San Francisco y su clasificación, según el USA Salinity Laboratory Staff (1954).

Table 2. Chemical analysis of the irrigation water collected from the San Francisco River and its classification of according to the USA Salinity Laboratory Staff (1954).

Clasificación	CE ¹	RAS ²	Na	Ca	Mg	K	Cl	HCO ₃
	ds m ⁻¹					mmol _c L ⁻¹		
C ₁ -S ₁	0,133	0,35	0,143	0,211	0,123	0,037	0,29	0,43

¹CE: Conductividad eléctrica del agua de riego.

²RAS: Relación de adsorción de sodio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3 se presentan las concentraciones medias de los macronutrientes determinadas en la hoja 9 del cocotero antes y después de las fertirrigaciones con diferentes concentraciones de N y K. Con excepción del N y Na, no hubo diferencias significativas en la concentración de macronutrientes de la hoja debido a la aplicación de N y K. La aplicación de N produjo un efecto positivo y significativo en la concentración de este nutriente en la hoja. En el caso del Na su contenido disminuyó con el aumento de las dosis de N y K, lo que puede ser explicado, en parte, por el modelo propuesto por Lãuchli y Pflugger (Malavolta, 2004) para la absorción de K; según estos autores, el ión K⁺ es absorbido por las plantas substituyendo al ión Na⁺ que es eliminado. También es posible que el aumento de la biomasa que provocó la fertilización haya producido una disminución de la concentración de este elemento, debido al denominado efecto de dilución o efecto Steenbjerg (Steenbjerg, 1954).

Después de un año de fertirrigación se observó que las concentraciones de N, P, Ca y Mg de las plantas, disminuyeron en la mayoría de los tratamientos, en relación con sus concentraciones iniciales. Lo más probable, y ello ocurre en suelos con baja fertilidad, es que se haya producido el efecto de Steenbjerg (Steenbjerg, 1954). Tal situación se produce cuando la disponibilidad de algún nutriente como N, hace que la biomasa aumente a una tasa mayor que la absorción de éste. La disminución de la concentración de N en las hojas puede indicar la ocurrencia de una excesiva lixiviación de este nutriente desde el suelo, después de su aplicación, debido a la baja capacidad del suelo para retener el N y a la propia movilidad de éste. Debido a la naturaleza arenosa del suelo no fueron observados problemas de saturación del suelo, lo que descarta un proceso de desnitrificación. Como el N es también muy móvil dentro de la planta, en un año puede haber ocurrido translocación del elemento desde las hojas analizadas hacia otras hojas más nuevas o hacia otros órganos de la planta.

Cuadro 3. Concentración media de macronutrientes en la hoja del cocotero antes y después de fertirrigar con diferentes concentraciones de N y K.

Table 3. Mean macronutrient concentration in the coconut leaf before and after NK fertirrigations with different N and K concentrations.

Época	Tratamientos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nitrógeno, g kg ⁻¹										
Inicio	22,58Aa ¹	22,23Aa	22,19 Aa	21,77 Aa	22,29Aa	22,29 Aa	22,86 Aa	21,29Aa	21,88 Aa	22,67Aa
Final	20,20Bde	20,50Bcde	21,05Bbc	21,25Bab	19,52Bf	21,60Bab	20,77Bcd	22,05Aa	21,17Bab	19,97Bef
Fósforo, g kg ⁻¹										
Inicio	1,65 Aa	1,68 Aa	1,61 Aa	1,57 Aa	1,56 Aa	1,64 Aa	1,63 Aa	1,58Aa	1,64 Aa	1,56 Aa
Final	1,44 Ba	1,42 Ba	1,49 Ba	1,49 Ba	1,48 Ba	1,42 Ba	1,48 Ba	1,39Ba	1,46 Ba	1,46 Ba
Potasio, g kg ⁻¹										
Inicio	9,50 Ba	9,36 Ba	9,15 Ba	9,16 Ba	8,92 Ba	9,62 Ba	9,31 Ba	9,10 Ba	8,77 Ba	9,10 Ba
Final	13,23Aa	13,00Aa	11,85Aa	11,96 Aa	12,13Aa	12,64 Aa	11,46Aa	12,64Aa	11,40 Aa	11,41Aa
Sodio, g kg ⁻¹										
Inicio	1,04 Ba	0,86 Ba	0,90 Ba	0,94 Ba	0,98 Ba	1,00 Ba	0,96 Ba	0,97 Aa	1,06 Ba	1,12 Ba
Final	1,61 Aa	1,21Aab	1,37 Aa	1,25 Aab	1,55 Aa	1,26 Aab	1,48 Aa	0,97 Ab	1,22 Aab	1,30Aab
Calcio, g kg ⁻¹										
Inicio	2,01 Aa	1,99 Aa	1,98 Aa	2,08 Aa	2,07 Aa	1,99 Aa	2,06 Aa	1,92 Aa	1,95 Aa	1,88 Aa
Final	1,70 Ba	1,84 Ba	2,05 Aa	1,87 Ba	1,81 Ba	1,79 Ba	1,65 Ba	1,84 Ba	1,93 Aa	1,97 Aa
Magnesio, g kg ⁻¹										
Inicio	3,55 Aa	3,61 Aa	3,63 Aa	3,72 Aa	3,66 Ba	3,47 Aa	3,67 Aa	3,50 Aa	3,74 Ba	3,54 Aa
Final	3,30 Ba	3,44 Ba	3,38 Ba	3,55 Ba	3,59 Ba	3,30 Ba	3,41 Ba	3,16 Ba	3,71 Ba	3,58 Aa
Azufre, g kg ⁻¹										
Inicio	1,28 Ba	1,38 Ba	1,37 Aa	1,37 Aa	1,42 Aa	1,47 Aa	1,38 Ba	1,40 Aa	1,40 Aa	1,47 Aa
Final	1,33 Aa	1,47 Aa	1,31 Aa	1,38 Aa	1,36 Aa	1,41 Aa	1,41 Aa	1,30 Ba	1,21 Ba	1,22 Ba

¹Cifras con distintas letras indican diferencias significativas, según Tukey (P = 0,05). Letras mayúsculas en las columnas corresponden a la época de muestreo; letras minúsculas en la fila corresponden a los tratamientos.

La disminución de la concentración en el caso del P puede ser atribuida a la reducción de la concentración de N, pues, según Manciot *et al.* (1980), existe una estrecha relación entre esos dos elementos, de tal forma que la disminución de uno de ellos causa la disminución del otro. De forma similar, una adecuada fertilización nitrogenada en el cocotero puede provocar un aumento en la concentración media del P en las hojas. Sin embargo, la necesidad de fertilización fosfatada no debe ser descartada (Bonneau *et al.*, 1993), principalmente en el caso que el suelo sea incapaz de abastecer la demanda del cultivo. De cualquier forma, los contenidos medios de P encontrados en las hojas del cocotero en todos los tratamientos, después de un año, se encuentran sobre el nivel crítico indicado por Sobral (1998), lo cual es un indicador que el abastecimiento natural de P era adecuado.

La reducción de los contenidos de Ca y Mg en la hoja, a pesar de la aplicación de cal dolomítica, fue influenciada por el aumento de la concentración de K en el suelo. Según Malavolta (2004), el aumento de la concentración de uno de estos elementos disminuye la absorción de los demás, debido a que presentan inhibición competitiva. Resultados obtenidos por Jeganathan (1990) y Bonneau *et al.* (1993) muestran que cocoteros fertilizados con K presentaron una reducción en el contenido de Mg en sus hojas.

Si se comparan los contenidos de K de la hoja entre la época inicial y final del experimento, se observa que hubo un aumento de este elemento con el tiempo, debido probablemente al efecto de la fertilización con cloruro de potasio que las plantas recibieron durante el experimento. A pesar que los contenidos de Na pueden haber disminuido en función de los tratamientos, dentro de éstos hubo un aumento con el tiempo, probablemente debido a la presencia de Na en el agua de riego (Cuadro 3).

En relación con el S no hubo diferencia significativa entre los tratamientos de N y K y épocas de muestreo, a pesar que Bonneau *et al.* (1993) afirma-

ron que puede haber una interacción positiva entre el N y el S, y que Manciot *et al.* (1980) observaron un efecto depresivo del N sobre el tenor de S en las hojas de cocotero híbrido.

Es interesante observar, sin embargo, que las concentraciones de N, P, K, y S se encuentran sobre los niveles considerados críticos para el cocotero (Cuadro 4), concordando con lo observado por Sobral (1998) y Sobral y Leal (1999). En el caso del K, Sobral (1998) destaca que como este elemento es exportado en gran cantidad por los frutos, las concentraciones de K sobre el valor crítico observadas en cocoteros de baja productividad no son una indicación precisa que las plantas estén bien nutridas con K, sino que sus hojas acumulan este elemento como consecuencia de su baja producción de biomasa.

Los contenidos de Na están bajo los 4,0 g kg⁻¹, nivel crítico considerado como referencia para este elemento (Cuadro 4). De acuerdo con Manciot *et al.* (1980), ha sido constatado que el cocotero puede producir bien con contenidos de Na de alrededor de 1,0 g kg⁻¹.

Los contenidos de Ca en las hojas, tanto al inicio como al final del experimento, quedaron bajo el intervalo crítico, confirmando los resultados encontrados por Sobral y Leal (1999). De acuerdo con Ouvrier (1990) y Sobral (1998), los contenidos de Ca y Mg aumentan con la edad de la hoja, y según Manciot *et al.* (1980), el cocotero enano no es muy exigente en esos nutrientes. Así, a pesar de la variación entre épocas de muestreo, los tenores de Mg siempre estuvieron encima del nivel crítico propuesto por Sobral (1998) para el cocotero híbrido.

Los tratamientos con N y K tuvieron efecto significativo únicamente en los contenidos de Cl en la hoja, aumentando con los niveles de cloruro de potasio usados como fertilizante.

Los contenidos de micronutrientes encontrados en la hoja se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 4. Niveles críticos de macro y micronutrientes en la hoja del cocotero.
Table 4. Critical levels of macro and micronutrients in the coconut leaf.

Niveles críticos										
N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Cl	Zn	B	Mn
g kg ⁻¹			mg kg ⁻¹							
18 a 20	1,21	8 a 10	3 a 5	2 a 2,7	4,0	1,2 a 2	5	15	10	100

Fuente: Manciot *et al.* (1980); Magat (1991)

Con respecto a la época de muestreo, al final del experimento los contenidos de Cu y Cl fueron mayores que al comienzo. Esto se debió a que las plantas recibieron sulfato de cobre y cloruro de potasio después del primer muestreo de hojas. Los otros micro nutrientes presentaron una reducción de su contenido con el tiempo, probablemente debido a la aplicación de cal dolomítica en el área experimental, lo que aumentó el pH del suelo (media de 5,4 al inicio y 5,9 al final del experimento) disminuyendo la disponibilidad de B, Mn y Zn para las plantas, reflejándose esto en los bajos contenidos encontrados en las hojas (Malavolta *et al.*, 1997).

Según Manciot *et al.* (1980) y Ohler (1984), existe una correlación positiva entre el Ca y el B. Esto fue confirmado en el presente estudio, observándose que cuando el contenido de B en la hoja disminuyó, el de Ca siguió la misma tendencia.

Considerando los niveles críticos para el cocotero presentados en el Cuadro 4, se infiere que los contenidos de Mn están por debajo de éstos, probablemente debido a los bajos contenidos de este elemento en el suelo, lo que está de acuerdo con lo señalado por Sobral (1989), quien al hacer un levantamiento del estado nutricional de estas plantas en el Estado de Sergipe, observó una relación significativa entre los contenidos de Mn en el suelo y en la hoja.

Según Manciot *et al.* (1980) y Magat (1991), contenidos de Zn en las hojas inferiores a 15 mg kg⁻¹ producen síntomas de deficiencia. En el presente estudio no se observó ningún síntoma de deficiencia de este elemento a pesar de haber registrado contenidos de Zn inferiores. Eschbach y Manciot (1981) encontraron cocoteros con contenidos de Zn de 8 mg kg⁻¹ en la hoja sin presentar síntomas de deficiencia de este elemento en 14 islas del Sur del Pacífico. Al estudiar el estado nutricional de los cocoteros del Noreste del Brasil, Sobral (1989) encontró, también, contenidos de Zn inferiores a 15 mg kg⁻¹, sin haber síntomas de deficiencia. Estos resultados indican la necesidad de definir de una mejor forma estos niveles críticos.

Los contenidos de B, Cu y Cl encontrados en las hojas de cocotero fueron superiores al nivel crítico (Cuadro 4) en todos los casos. Según Ollagnier *et al.* (1983), el cocotero es bastante exigente en Cl. Secretaria y Maravilla (1997) han afirmado que el Cl es un macronutriente fundamental para el coco, para obtener un crecimiento rápido y un perfecto desarrollo de las plantas. A medida que las plantas entran en producción, el contenido de Cl en las hojas tiende a disminuir, debido a la creciente demanda de éste, que se concentra en la cáscara del fruto y consecuentemente es exportado (Ohler, 1984; Magat, 1991). Aún así, los tenores de Cl fueron aceptables.

Cuadro 5. Concentraciones medias de micronutrientes en la hoja, antes y después de la fertirrigación con diferentes concentraciones de N y K.

Table 5. Mean leaf micronutrients concentrations before and after fertigation with different NK concentrations.

Época	Tratamientos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Manganeso, mg kg ⁻¹									
Inicio ¹	40,33 Aa	45,82Aa	43,12 Aa	38,43Aa	42,21Aa	38,88 Aa	34,20Aa	43,05Aa	41,48 Aa	38,31Aa
Final	32,74 Ba	36,21Ba	34,01 Ba	30,12Ba	30,65Ba	33,13 Ba	27,72 Ba	33,40Ba	36,30 Ba	29,31Ba
	Zinc, mg kg ⁻¹									
Inicio	17,73 Aa	12,90Aa	14,81 Aa	12,31Aa	12,04Aa	12,75 Aa	12,95 Aa	12,12Aa	13,80 Aa	13,79 Aa
Final	12,90 Aa	10,84Ba	10,41 Ba	11,05Ba	11,60Aa	10,70 Ba	12,36 Aa	10,92Ba	10,81 Ba	11,00 Ba
	Boro, mg kg ⁻¹									
Inicio	13,10 Aa	12,07 Ba	11,47 Aa	13,32Aa	14,16Aa	13,10 Aa	13,76 Aa	14,58Aa	12,96 Aa	13,01 Aa
Final	12,07 Ba	10,75Ba	11,48 Aa	10,80Ba	10,77Ba	10,76 Ba	10,61 Ba	10,31Ba	11,11 Ba	11,77 Ba
	Cobre, mg kg ⁻¹									
Inicio	5,48 Ba	6,00 Ba	5,47 Ba	5,45 Ba	5,48 Ba	5,11 Ba	5,67 Ba	5,62 Ba	5,89 Ba	5,50 Ba
Final	8,96 Aa	8,43 Aa	9,33 Aa	8,05 Aa	7,60 Aa	8,53 Aa	8,83 Aa	7,46 Aa	7,98 Aa	7,42 Aa
	Cloro, mg kg ⁻¹									
Inicio	5,96 Aa	6,04 Ba	5,75 Ba	5,78 Ba	5,44 Ba	5,98 Ba	5,87 Aa	5,34 Ba	5,86 Ba	5,82 Aa
Final	5,96 Acd	7,09Aab	6,57 Abc	6,80Aab	6,81Aab	6,71Abc	5,58 Ad	7,10 Aa	6,54Abc	6,32 Acd

¹Cifras con distintas letras indican diferencias significativas, según Tukey P = 0,05. Letras mayúsculas en las columnas corresponden a la época de muestreo; letras minúsculas en la fila corresponden a los tratamientos.

CONCLUSIONES

Después de un año de fertirrigación con NK se pueden obtener las siguientes conclusiones:

Con excepción del N y Na, los contenidos de macronutrientes no fueron influenciados por los tratamientos NK.

Con excepción del Cl, los contenidos de micronutrientes no fueron influenciados por los tratamien-

tos NK. Las concentraciones de N, P, Ca y Mg en la hoja disminuyeron después de un año de fertirrigación. Al contrario, la concentración de K y Na aumentaron con el tiempo.

Al final del experimento los contenidos de Cu y Cl fueron mayores que al comienzo. Los otros micronutrientes tuvieron sus contenidos reducidos con el tiempo.

LITERATURA CITADA

- Bonneau, X., R. Ochs, L. Qusairi, and L.N. Lubis. 1993. Nutrition minérale des cocotier hybrides sur tourbe de la pépinière à l'entrée en production. *Oléagineux* 48:9-26.
- Eschbach, J.M., and R. Manciot. 1981. Les oligoéléments dans la nutrition des cocotier. *Oléagineux* 36:291-304.
- Koepfen W. 1936. Das geographische system der Klimate. Vol. 1. Part C. 46 p. In W. Koppen, and R. Geiger (eds.). *Handbuche der Klimatologie*. Gebreuder Borntraeger, Berlin, Germany.
- Jeganathan, M. 1990. Studies on potassium-magnesium interaction in coconut (*Cocos nucifera*). *Plant Soil* 125:265-271.
- Leite, R.A. 1984. Uso de matrizes experimentais e de modelos estatísticos no estudo de equilíbrio fósforo-enxofre na cultura da soja em amostras de dois Latossolos de Minas Gerais. 87 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.
- Magat, S.S. 1991. Fertilizer recommendations for coconut based on soil and leaf analyses. *Philipp. J. Coconut Stud.* 16:25-29.
- Malavolta, E. 2004. Potássio-absorção, transporte e redistribuição na planta. *Informações Agrônomicas* Nº 108. 16 p. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba, Sao Paulo, Brasil.
- Malavolta, E., G.C. Vitti, and S. Oliveira. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 201 p. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba, Brasil.
- Manciot, R., M. Ollagnier, and R. Ochs. 1980. Nutrition minérale et fertilization du cocotier dans le monde. *Oléagineux* 35:3-55.
- Nogueira, L.C., L.R.Q. Nogueira, and F.R. Miranda. 1998. Irrigação do coqueiro. p. 159-187. In J.M.S. Ferreira, D.R.N. Warwich, and L.A. Siqueira (eds.) *A cultura do coqueiro no Brasil*. 2nd ed. EMBRAPA-SPI, Brasília, Brasil.
- Ohler, J.G. 1984. Coconut, tree of line. 446 p. FAO, Rome, Italy.
- Ollagnier, M., R. Ochs, M. Pomer, and G. Taffin. 1983. Action du chlore sur le cocotier hybride PB 121 en cote d'Ivoire et en Indonésie. *Oléagineux* 35:309-317.
- Ouvrier, M. 1984. Exportation par la récolte du cocotier PB-121 em fonction de la fumure potassique et magnésienne. *Oléagineux* 39:263-271.
- Ouvrier, M. 1990. Evolution de la composition minérale du cocotier hybride PB 121 au jeune âge. *Oléagineux* 45:69-80.
- Pillai, N.G., and T.A. Davis. 1963. Exhaust of macronutrients by the coconut palm: a preliminary study. *Indian Coconut J.* 16: 81-87.
- Pimentel Gomes, F.A. 1987. *Estatística Moderna na Pesquisa Agropecuária*. 162 p. 3rd ed. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba, Sao Paulo, Brasil.
- Reichardt, K., e L.C. Timm. 2004. Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. 478 p. Manole, Barueri, Sao Paulo, Brasil.
- Sao José, A.R., I.V.B. Souza, I.L. Moura, and T.N.H. Reboças. 1999. *COCO: Produção e mercado*. 238 p. Livroceres, Piracicaba, Sao Paulo, Brasil.
- Secretaria, M.I., and J.N. Maravilla. 1997. Response of hybrid coconut palms to application of manures and fertilizers from field-planting to full-bearing stage. *Plantations Recherche Développement* 4:126-138.
- Sobral, L.F. 1989. Estado nutricional dos coqueiros de Sergipe. *Boletim de pesquisa* Nº 5. 19 p. EMBRAPA/CNPCo, Aracaju, Sergipe, Brasil.
- Sobral, L.F. 1998. Nutrição e adubação do coqueiro. p. 129-157. In J.M.S. Ferreira, D.R.N. Warwich, and L.A. Siqueira (eds.) *A cultura do coqueiro no Brasil*. 2nd ed. EMBRAPA-SPI, Brasília, Brasil.
- Sobral, L.F., and M.L.S. Leal. 1999. Resposta do coqueiro à adubação com uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio em dois solos do Nordeste do Brasil. *Rev. Bras. Cienc. Solo* 23:85-89.
- Soil Taxonomy. 1998. *Keys to soil taxonomy*. 8th ed. 326 p. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Soil Survey Staff, Washington DC., USA.
- Steenjberg, F. 1954. Weathering of minerals as indicated by plants. *J. Soil Sci.* 5:205-213.
- USA Salinity Laboratory Staff. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. *Agricultural Handbook* Nº 60. 160 p. L.A. Richards (ed), Washington DC., USA.