

EVALUACION DE DIFERENTES RELACIONES DE Ca, Mg y K EN PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.) BAJO CONDICIONES DE RIEGO Y SIN RIEGO, EN EL TERCER AÑO DE EJECUCION. LA CONCORDIA, ESMERALDAS

Jenny Parra¹, Marcelo Calvache², Mario Lalama H.³, Rocío Morales⁴

¹ *Egresada, Facultad de Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador (jenyparra@yahoo.com)*

² *Profesor de la cátedra de Nutrición de Plantas y Riegos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador (calvache@uio.satnet.net)*

³ *Profesor de la cátedra de Diseño Experimental de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador (ingmariolalama@hotmail.com)*

⁴ *Responsable (E) del Departamento de Investigación del CIPAL - ANCUPA (rmorales@ancupa.com)*

INTRODUCCION

La palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) es uno de los cultivos importante para la economía del Ecuador; de allí que, para los agricultores se hace necesario disponer de un manejo adecuado de la fertilización para obtener rendimientos altos y de calidad. La fertilización balanceada consiste en aplicar al cultivo los nutrientes en la época correcta, en cantidades y relaciones adecuadas para remplazar los nutrientes removidos del suelo. Estas condiciones, deben ajustarse a la demanda de nutrientes del cultivo y debe estar en balance con el agro-ecosistema. El cultivo de la palma, requiere de una nutrición balanceada, considerando que su producción es afectada por los factores de carencia o déficit nutricional, (Espinosa, 1991). La aplicación de fertilizantes debe ser en forma equilibrada según el contenido en de los suelos y un balance equilibrado que constituye el factor principal para lograr altas producciones, (Vera, 2004). La sincronización entre el suplemento de nutrientes y la demanda, mejora la eficiencia del uso de fertilizantes, (Espinosa, 1991). La mayoría de las reacciones de los cationes Ca, Mg y K en los suelos, depende de las proporciones en que estos iones intercambiables se encuentren en el complejo de intercambio del suelo; por esta razón, es indispensable que cuando se tienen los resultados analíticos, calcular algunas relaciones entre ellos, que indican la manera como se comportan con respecto a la nutrición de las plantas, (Cenipalma, 1998). De allí que, el Centro de Investigación de la Palma Aceitera (CIPAL) conjuntamente con la Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas establecieron la presente investigación con los siguientes objetivos: evaluar la relación en estudio que provoca la mejor respuesta en el desarrollo y producción de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.); determinar la influencia del riego en las diferentes relaciones de Ca, Mg y K en el manejo de la palma aceitera; determinar la respuesta de la interacción entre los factores en estudio y realizar el análisis financiero de los tratamientos en estudio, al tercer año de investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el CIPAL, ubicado en el km 37.5 de la vía Sto. Domingo- Quinindé, cantón La Concordia, Esmeraldas, a una altitud de 264 msnm, con una temperatura promedio de 24.2° C, con una humedad relativa de 78% y una precipitación promedio de 2881.2 mm al año.

Los factores en estudio fueron: Riego (R) (r_1 : área con riego, r_2 : área sin riego) y Relaciones (A) (a_1 = Ca: 60 %, Mg: 30 % y K: 10 % (Ideal), a_2 = Ca: 70 %, Mg: 20 % y K: 10 % y a_3 = Ca: 80 %, Mg: 15 % y K: 5 % (Testigo-CIPAL).

El análisis estadístico se realizó en base al Diseño de Parcela Divida; en el que el factor Riego se ubicó en la Parcela Grande y el factor Interacciones de Ca, Mg y K se ubicó en la Sub Parcela. La unidad

experimental estuvo formada por 24 plantas de palmas del material ASD (Deli x Ghana 648) de cuatro años de edad; mientras que, la parcela neta constó de 8 plantas. Se utilizó tres repeticiones.

Las variables evaluadas fueron las siguientes: Incremento en el diámetro de la base del estípite, Incremento de altura de planta, Emisión foliar, Incremento en el diámetro de la corona foliar, Área foliar, Relación inflorescencia, Rendimiento, Análisis de contenidos nutricionales foliares y Análisis financiero.

Los fertilizantes utilizados como fuente de Ca, Mg y K fueron de una fuente simple: CaO (46% Ca), MgO (55% Mg) y KCl (60 % K₂O) respectivamente. Para el resto de los fertilizantes se empleó los utilizados constantemente en el CIPAL: Nitrato de amonio, Fosfato diamónico, Acido Bórico y Bórax. La fertilización fue fraccionada para las parcelas con riego en tres aplicaciones y para las parcelas sin riego en dos aplicaciones, esto se lo hizo para aprovechar el agua de riego y de lluvias.

El riego se aplicó en los meses de octubre a diciembre del 2008, meses con déficit hídrico, aplicándose el riego por aspersión. Las láminas de riego aplicadas estuvieron determinadas por la evaporación registrada en el Lisímetro "MC" (Calvache, 2001) y las lecturas de los tensiómetros. La frecuencia de riego fue de tres veces por semana (cada dos días) y dependiendo de las condiciones climáticas de la zona.

Las diversas labores culturales como chapias, coronas, mantenimiento de caminos, de aspersores, podas, fertilización y cosechas, se ejecutaron de acuerdo al programa de la Administración del CIPAL.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

• Incremento del diámetro de la base del estípite

En el ADEVA, Cuadro 1, no se detecta significancia estadística para los factores en estudio. El promedio fue de 15.67 cm de incremento de la base del diámetro del estipe al año. El coeficiente de variación (a) fue de 14.49% y el coeficiente de variación (b) fue de 8.17%, los mismos que son muy buenos para este tipo de investigación.

Cuadro 1. ADEVA para tres variables en la evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) bajo condiciones de riego y sin riego; tercer año. La Concordia, Esmeraldas. 2009.

F de V	GL	CUADRADOS MEDIOS		
		Δ DBE	PROD. AÑO	PROD. ACUMULADA
Total	17			
Repeticiones	2	46.07 ^{ns}	10.84 ^{ns}	25.06 ^{ns}
Riego (R)	1	1.82 ^{ns}	4.69 ^{ns}	61.57 ^{ns}
Error (a)	2	5.13	16.96	60.56
Relaciones (A)	2	4.34 ^{ns}	50.11*	112.20*
a ₁ vs. a ₂ a ₃	1	7.68 ^{ns}	79.71*	204.22*
a ₂ vs. a ₃	1	1.00 ^{ns}	20.57 ^{ns}	20.12 ^{ns}
R x A	2	1.26 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.73 ^{ns}
Error (b)	8	1.65	7.42	17.04
Promedio:		15.67 cm	15.16 t/ha	29.23 t/ha
CV (a) :		14.49%	27.18%	26.62%
CV (b) :		8.17%	17.94%	14.13%

Para Riego (R), Cuadro 2, se observa que, la mejor respuesta fue para r_1 (parcela con riego) con 15.98 cm; mientras que, la menor respuesta fue para r_0 (parcela sin riego) con 15.35 cm.

Para Relaciones (A), Cuadro 2, se identifica que, el mayor incremento de diámetro se presenta en a_1 (60%Ca-30% Mg-10% K) con 16.59 cm; mientras que, la menor respuesta presenta a_3 (80%Ca-15% Mg-5% K) con 14.92 cm. Según Cevallos y Calvache (2008) y Ayala y Calvache (2010), la relación a_1 (60%Ca-30% Mg-10% K) presenta mayor incremento del diámetro de la base del estipe, respuesta que fue corroborada en el tercer año de este mismo proceso experimental. Esto puede deberse a que la palma, toma diferentes elementos al estar en balance y estos son más fáciles de asimilar para ser usados en el desarrollo el estípete.

Para la Interacción Riego por Relaciones (RxA), Cuadro 2, la mejor respuesta presenta a_1r_0 (60%Ca-30% Mg-10% K, sin riego) con 16.69 cm de incremento; en tanto que, a_3r_0 (80%Ca-15% Mg-5% K, sin riego) presenta la menor respuesta con 14.67 cm. La diferencia entre la relación a_1 en el área con riego y sin riego es mínima; esto puede ser, a que el año en que se realizó la investigación fue atípico, debido a la presencia de lluvias en casi todo el año. Además, se detecto que los factores en estudio no interaccionan.

• **Producción anual**

En el ADEVA, Cuadro 1, se detecta diferencia significativa para Relaciones (A) y comparación ortogonal a_1 vs. a_2 a_3 . El promedio fue de 15.16 t/ha. El coeficiente de variación (a) fue de 27.18%; mientras que, el coeficiente de variación (b) fue de 17.94%, los mismos que son aceptables para este tipo de investigación.

Para Riego (R), Cuadro 2, se observa que, la mejor respuesta se presenta en, r_1 (parcela con riego) con 15.67 t/ha/año; en tanto que, la menor producción se encuentra en r_0 (parcela sin riego) con 14.65 t/ha/año; se corrobora lo observado por Ayala y Calvache (2010), quienes reportán que, el área con riego presentó mayor producción

Tukey al 5% para Relaciones (A), Cuadro 2 y Gráfico 1, detecta dos rangos de significación. Encabeza el primer rango a_1 (60%Ca-30% Mg-10% K) con 18.14 t/ha/año; mientras que, en el último rango se encuentra a_3 (80%Ca-15% Mg-5% K con 12.36 t/ha/año. Según Ayala y Calvache (2010), la relación a_1 (60%Ca-30% Mg-10% K) presentó mayor producción en su año de investigación; indicando que, al mantener el balance de los tres cationes Ca, Mg y K en el suelo, se obtiene una mayor producción siendo ratificado con los resultados de este año de ensayo.

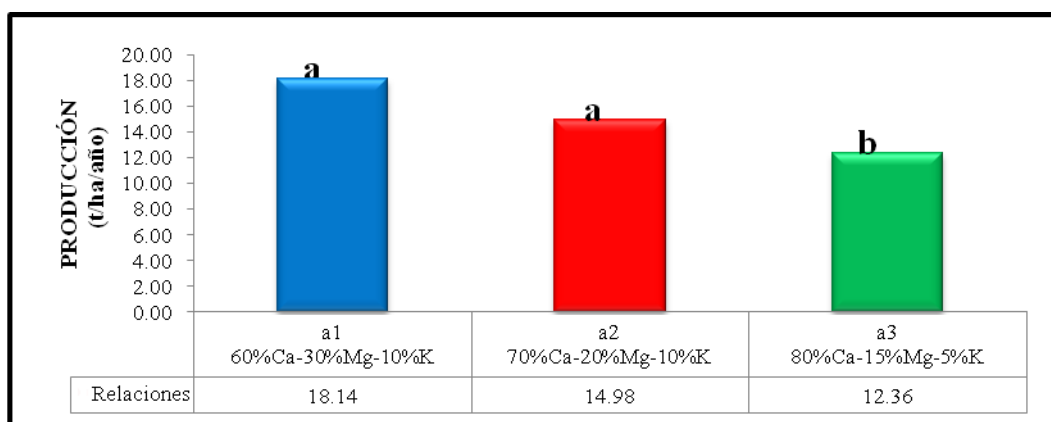


Gráfico 1. Promedios para la variable producción para Relaciones (A), en la evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) bajo condiciones de riego y sin riego; tercer año. La Concordia, Esmeraldas. 2009.

La interacción Riego por Relaciones (RxA), Cuadro 1, se detecta que, la mayor producción fue para a_1r_1 (60%Ca-30% Mg-10% K, con riego) con 19.04 t/ha/año; en tanto que, la menor respuesta fue para a_3r_0 (80%Ca-15% -5% K, sin riego) con 11.82 t/ha/año. Una de las causas de los bajos rendimientos es por pérdida de racimos por abortos (interrupción del crecimiento del racimo y su producción) entre la antesis (receptividad de las flores) y la madurez; la cual está generalmente asociada con una alta relación de sexo, ocurre más frecuentemente en palmas jóvenes con grandes cargas de racimos, área foliar baja y reservas nutricionales inadecuadas para desarrollar los racimos producidos, Quesada (2010). Además, se detecto que los factores en estudio no interaccionan.

Cuadro 2. Promedios y pruebas de significación para tres variables en la de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) bajo condiciones de riego y sin riego; tercer año. La Concordia, Esmeraldas. 2009.

Código	Descripción	Promedio		
		Δ DBE	Promedio. (Prod. Anual)	Promedio. (Prod. Acumulada)
		(cm)	t/ha/año	t/ha
Riego (R)				
r_0	Sin riego	15.35	15.67	27.38
r_1	Con riego	15.98	14.65	31.08
Relaciones (A)				
a_1	60%Ca - 30% Mg - 10% K	16.59	18.14 a	33.99 a
a_2	70%Ca - 20% Mg - 10% K	15.49	14.98 a	28.14 b
a_3	80%Ca - 15% Mg - 5% K	14.92	12.36 b	25.55 b
Comparaciones Ortogonales				
a_1 vs a_2 a_3		16.59 vs. 15.26	18.14 a vs. 13.67 b	33.99 a vs. 26.84 b
a_2 vs a_3		15.49 vs. 14.92	14.98 vs. 13.36	28.14 vs. 25.55
Interacciones (RxA)				
$a_1 r_0$		16.69	17.24	31.82
$a_1 r_1$		16.49	19.04	36.17
$a_2 r_0$		14.69	14.90	26.91
$a_2 r_1$		16.30	15.07	29.37
$a_3 r_0$		14.67	11.82	27.69
$a_3 r_1$		15.16	12.91	23.41

- **Producción acumulada en los tres años de investigación**

En el ADEVA, Cuadro 1, se detecta diferencias significativas para Relaciones (A) y para la comparación ortogonal a_1 vs. a_2 a_3 . El promedio fue de 29.23 t/ha. El coeficiente de variación (a) fue de 26.62%; mientras que, el coeficiente de variación (b) fue de 14.13%, los mismos que son aceptables para este tipo de investigación.

Para Riego (R), Cuadro 2, se observa que, la mayor respuesta se encuentra en r_1 (parcela con riego) con 31.08 t/ha; en tanto que, la menor producción fue para r_0 (parcela sin riego) con 27.38 t/ha.

Tukey al 5% para Relaciones (A), Cuadro 2, se detecta dos rangos de significación. Encabeza el primer rango a_1 (60%Ca-30% Mg-10% K) con 33.99 t/ha y al final del segundo rango se encuentra a_3 (80%Ca-15% Mg-5% K) con 25.55 t/ha. En la producción acumulada de los tres años del ensayo (Gráfico 2 y Gráfico 3), se observa que, la relación a_1 (60%Ca-30%Mg-10%K) presentó mayor producción lo que indica que, al tener los tres cationes Ca, Mg y K en balance en el suelo presenta

mejor producción, como manifiesta Padilla (1993), que cuando la mayor parte de elementos participan en la fertilización y de una manera balanceada, los rendimientos encontrados serán siempre los más altos.

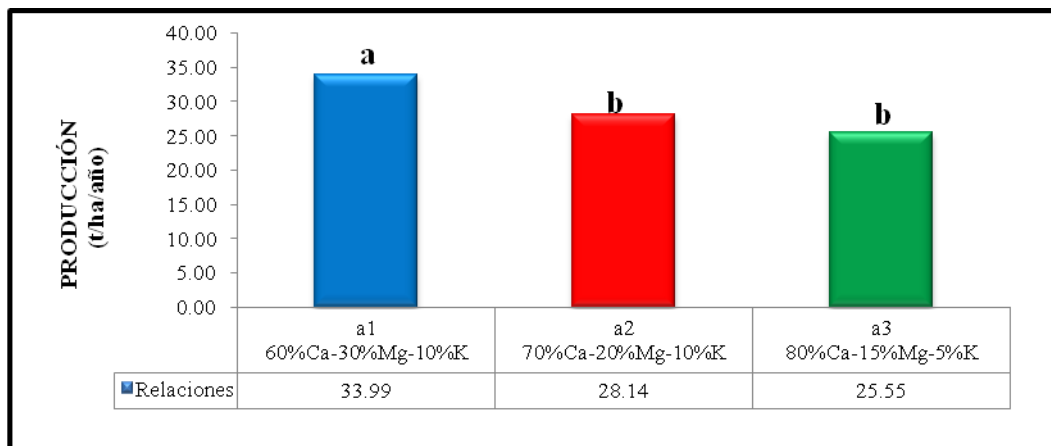


Gráfico 2. Promedios para la variable Producción Acumulada en los tres años de estudio para Relaciones (A), en la evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) bajo condiciones de riego y sin riego; tercer año. La Concordia, Esmeraldas. 2009.

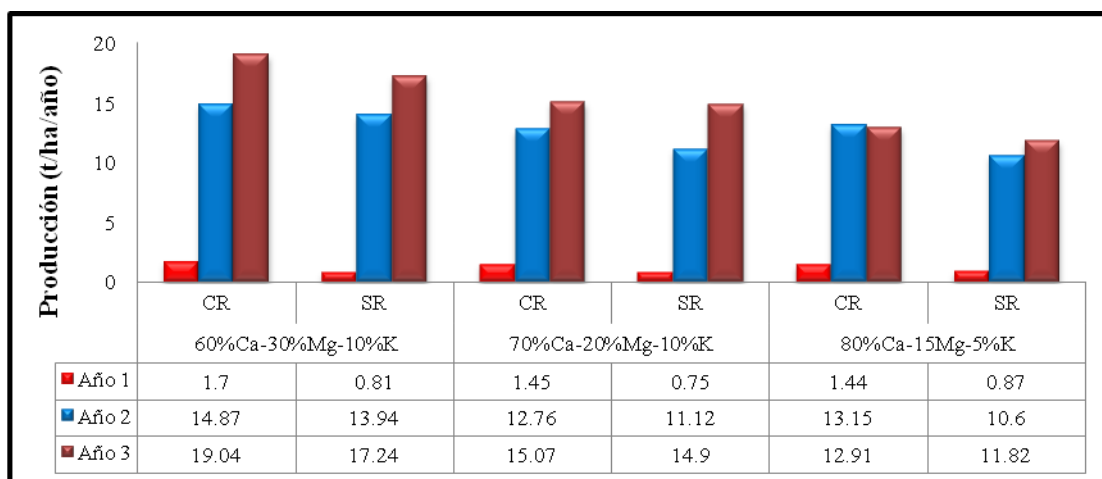


Gráfico 3. Promedios para la variable Producción anual en los tres años de estudio para Relaciones (A), en la evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) bajo condiciones de riego y sin riego; tercer año. La Concordia, Esmeraldas. 2009.

Para la interacción Riego por Relaciones (RxA), Cuadro 2, se establece que, la mayor respuesta se encuentra en a₁r₁ (60%Ca-30% Mg-10% K, con riego) con 36.17 t/ha; mientras que, la menor producción fue a₃r₁ (80%Ca-15% -5% K, con riego) con 23.41 t/ha.

- Análisis de contenidos nutricionales foliares.**

En el ADEVA, Cuadro 3, se observa significancias estadísticas para Relaciones en: Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Zinc (Zn) y Boro (B); para Interacción Riego por Relaciones en Zinc (Zn); para comparación ortogonal a₂ vs. a₃ en Boro (B) y para comparación ortogonal a₁ vs. a₂a₃ en: Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Zinc (Zn).

Al comparar la concentración de los elementos del análisis foliar (hoja 9) con la tabla de concentración foliar de nutrientes en palmas jóvenes, se tiene que: los elementos P y S se encuentra en concentración baja; los elementos N, K, Mg, B, y Mn se encuentran en una concentración media y los elementos Ca, Zn, Cu y Fe en una concentración alta.

El promedio, Cuadro 3, para: N con 2.58, P con 0.15, K con 1.35, Ca con 1.09, Mg con 0.27 y S con 0.11 en %; para: B con 25.45, Zn con 33.89, Cu con 10.32, Fe con 145.60 y Mn con 158.21, en ppm. Estableciendo que el coeficiente de variación (a) varió desde 2.27% para P hasta 19.26% para K; mientras que, el coeficiente de variación (b) oscila entre 5.43% para N hasta 16.75% para Mn, valores muy buenos para este tipo de investigación.

Para Riego (R), Cuadro 4, se observa que P y S presentan concentración baja, obteniéndose valores para: P de 0.15% en r_1 y r_0 , para S de 0.107% en r_0 y 0.103% en r_1 ; para N, K, Mg, B, Zn, Cu, Fe y Mn se observa una concentración media con promedios de: N con 2.64% en r_1 y 2.52% en r_0 , K presenta promedios de 1.38% en r_1 y 1.31 r_0 , en Mg tenemos promedios de 0.28% en r_1 y 0.26% en r_0 , B presenta promedios de 25.87ppm en r_1 y 24.94ppm en r_0 ; para Zn promedios de 36.51ppm en r_1 y 31.27ppm en r_0 ; para Fe se obtuvo promedios de 153.23ppm y 137.97ppm en r_1 y r_0 respectivamente, para Mn los promedios obtenidos son de 174.48ppm en r_1 y 141.93ppm en r_0 , en los elementos Ca y Cu se registran promedios altos, con valores para Ca de 1.093% en r_1 y 1.082% en r_0 y para Cu tenemos 11.41ppm y 9.23 ppm en r_0 y r_1 respectivamente, según Fairhurst, *et al.* (2005).

Para el factor Relaciones (A), Cuadro 4, la concentración foliar es media en N de donde a_1 presenta un mayor valor con 2.70% y un valor menor se obtiene con a_3 con 2.52%; para P la concentración es media presenta un mayor valor con 0.18% y un valor menor se obtiene con a_2 y a_3 con 0.14%; para K la concentración es media presentando un mayor valor a_2 con 1.40% y un valor menor a_3 con 1.31%; para S la concentración es baja presentando un mayor valor a_3 y a_1 con 0.11% y un valor menor a_2 y a_1 con 0.10%; para Fe la concentración es alto presentando un mayor valor a_3 con 158.45ppm y un valor menor a_1 129.18ppm; para Mg la concentración es media presentando un mayor valor a_1 con 167.00 ppm y un valor menor a_2 con 149.17ppm; según Fairhurst, *et al.* (2005).

Tukey al 5% para relaciones de Ca, Cuadro 4, se detecta dos rangos de significación. Encontrándose a_1 (60%Ca-30%Mg-10%K) con 1.66% en el primer rango; mientras que, en el segundo rango con menor concentración se ubica a_3 (80%Ca-15%Mg-5%K) con 0.79%.

Tukey al 5% para relaciones de Mg, Cuadro 4, se detecta dos rangos de significación. Se observa que, en el primer rango fue para a_1 (60%Ca-30%Mg-10%K) con 0.42%; en tanto que, el último rango se ubica en a_3 (80%Ca-15%Mg-5%K) con 0.19%.

Tukey al 5% para relaciones de B, Cuadro 4, muestra dos rangos de significación. Encabeza el primer rango con mayor concentración la relación a_3 (80%Ca-15%Mg-5%K) con 27.60ppm; mientras que, el segundo rango se encuentra en a_2 (70%Ca-20%Mg-10%K) con 21.90ppm.

Tukey al 5% para relaciones de Zn, Cuadro 4, se observa dos rangos de significación, encontrándose en el primer rango a_1 (60%Ca-30%Mg-10%K) con 43.57ppm; mientras que, en el último rango con menor concentración fue para a_3 (80%Ca-15%Mg-5%K) con 28.85ppm.

Cuadro 3. ADEVA para la variable análisis foliar en el segundo muestreo para los elementos N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Cu, Fe y Mn en la evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) bajo condiciones de riego y sin riego; tercer año. La Concordia, Esmeraldas. 2009.

FV	GL	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	B ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm
Total	18											
Repeticiones	2	0.045 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.138 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.0000 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	6.19 ^{ns}	39.80 ^{ns}	2.72 [*]	203.04 ^{ns}	1236.59 ^{ns}
Riego (R)	1	0.065 ^{ns}	0.0000 ^{ns}	0.026 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.0014 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	3.83 ^{ns}	123.77 ^{ns}	21.34 ^{**}	1048.82 ^{ns}	4766.13 ^{ns}
Error (a)	2	0.058	0.0000	0.067	0.036	0.0018	0.0000	16.57	13.15	2.58	396.10	444.84
Relaciones (A)	2	0.065 ^{ns}	0.0028 ^{**}	0.013 ^{ns}	1.482 ^{**}	0.1043 ^{**}	0.0002 ^{ns}	56.47 ^{**}	421.71 ^{**}	0.51 ^{ns}	1342.05 ^{ns}	477.31 ^{ns}
a ₁ vs. a ₂ a ₃	1	0.130 [*]	0.0054 ^{**}	0.001 ^{ns}	2.964 ^{**}	0.2085 ^{**}	0.0001 ^{ns}	15.47 ^{ns}	842.93 ^{**}	0.00 ^{ns}	2425.56 [*]	696.08 ^{ns}
a ₂ vs. a ₃	1	0.000 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.024 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.0000 ^{ns}	0.0003 ^{ns}	97.47 ^{**}	0.48 ^{ns}	1.02 ^{ns}	258.54 ^{ns}	258.54 ^{ns}
R x A	2	0.077 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.018 ^{ns}	0.045 ^{ns}	0.0006 ^{ns}	0.0002 ^{ns}	13.34 ^{ns}	88.87 [*]	14.36 ^{ns}	1239.96 ^{ns}	2072.75 ^{ns}
Error (b)	8	0.021	0.0001	0.009	0.013	0.0008	0.0001 ^{ns}	4.44	19.34	0.96	382.88	702.49
Promedio		2.58 %	0.15 %	1.35 %	1.09%	0.27 %	0.11 %	25.41ppm	33.89 ppm	10.32 ppm	145.60ppm	158.21ppm
CV (a): (%)		9.30	2.27	19.26	17.43	14.81	6.36	16.02	10.83	15.60	13.67	13.33
CV (b): (%)		5.43	6.67	6.67	10.09	11.11	9.09	8.30	12.98	9.50	13.44	16.75

Cuadro 4. Cuadro de promedio para la variable análisis foliar en el segundo muestreo para los elementos N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Cu, Fe y Mn en la evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) bajo condiciones de riego y sin riego; tercer año. La Concordia, Esmeraldas. 2009.

FACTORES	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	B ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm
Riego (R)											
r ₁ Con riego	2.64	0.15	1.31	1.093	0.280	0.103	25.87	36.51	9.23 b	153.23	174.48
r ₀ Sin riego	2.52	0.15	1.38	1.082	0.262	0.107	24.94	31.27	11.41 a	137.97	141.93
Relaciones (A)											
a ₁	2.70	0.18	1.34	1.662 a	0.423 a	0.102	26.72 a	43.57 a	9.65 a	129.18	167.00
a ₂	2.53	0.14	1.40	0.808 b	0.197 b	0.102	21.90 b	29.25 b	10.03 a	149.17	149.17
a ₃	2.52	0.14	1.31	0.793 b	0.193 c	0.112	27.60 a	28.85 b	10.62 a	158.45	158.45
Comp. Ortogonal											
a ₁ vs a ₂ a ₃	2.70 a vs 2.52 a	0.18 a vs 0.14 b	1.34 vs 1.35	1.66 a vs 0.80 b	0.42 a vs 0.20 b	0.10 vs 0.11	26.72 vs 24.75	43.57 a vs 29.05 b	9.65 vs 10.33	129.18 avs 153.81a	167.00 vs153.81
a ₂ vs a ₃	2.53 vs 2.52	0.14 a vs 0.14 b	1.40 vs 1.31	0.81 vs 0.79	0.20 vs 0.19	0.10 vs 0.11	21.90 b vs 27.60 a	29.25 vs 28.85	10.03 vs 0.62	149.17 vs 158.45	149.17 vs158.45
Interacciones (RxA)											
a ₁ r ₁	2.87	0.18	1.23	1.653	0.423	0.103	27.00	50.60 a	9.97	133.53	197.27
a ₁ r ₀	2.53	0.17	1.44	1.670	0.423	0.100	26.43	36.53 b	10.67	124.83	136.73
a ₂ r ₁	2.47	0.14	1.39	0.907	0.217	0.103	23.93	30.13 b	7.17	172.53	172.53
a ₂ r ₀	2.58	0.15	1.40	0.710	0.177	0.100	19.87	28.37 b	12.90	125.80	125.80
a ₃ r ₁	2.59	0.13	1.30	0.720	0.200	0.103	26.67	28.80 b	10.57	153.63	153.63
a ₃ r ₀	2.44	0.14	1.31	0.867	0.187	0.120	28.53	28.90 b	10.67	163.27	163.27
Nivel óptimo*	2.80	0.19	1.30	0.70	0.45	0.40	0.70	18.00	8.00	79.00	149.00

*Nivel óptimo foliar. Fairhurst, *et al.* (2005).

Para la interacción R x A, Cuadro 4, se observa que, N se encuentra en una concentración media, registrando el mayor valor con r₀a₁ con 2.87% y el menor con r₀a₃ 2.44%; para P la concentración es media, registrando el mayor valor en r₀a₁ con 0.17% y el menor con r₀a₃ con 0.14%; para el K la concentración es media, observándose que r₀a₃ presenta la mayor concentración con 1.44%; mientras que, r₁a₁ registra la menor concentración con 1.23%; para Ca se registran concentración alta, observándose que, r₀a₁ presenta la mayor concentración con 1.67%; mientras que, r₀a₂ registra la menor concentración con 0.71%; para Mg la concentración foliar es media, obteniéndose la mayor concentración en a r₀a₁ con 0.42%; en tanto que, presenta menor concentración r₀a₂ con 0.18%; para S la concentración en todas las interacciones es baja, obteniéndose la mayor concentración en r₀a₃ con 0.12%; en B se observa una concentración foliar media, encontrándose con mayor concentración r₁a₁ con 27.00ppm y en menor concentración r₀a₂ con 19.87ppm; para Zn se obtiene una concentración foliar alta, observándose que, en r₁a₁ presenta la mayor concentración con 50.60ppm; mientras que, r₀a₂ la menor repuesta con 28.37ppm; para Cu la concentración foliar es alta para todas las interacciones, obteniéndose el valor más alto en r₀a₂ con 12.90ppm y el más bajo en r₁a₂ con 7.17ppm; para Fe la concentración foliar es alta, con una concentración mayor en r₁a₂ con 172.53ppm; mientras que, r₀a₁ alcanzó menor valor con 124.83ppm; y finalmente Mn se encuentra en una concentración media, presentando mayor concentración en r₁a₁ con 197.27ppm y a r₀a₂ con la menor concentración con 125.80ppm, según Fairhurst, *et al.* (2005).

Según, Mite *et al.*, (1998), la aplicación balanceada de nutrientes permitió bajar los índices de amarillamiento; mientras más completa fue la fertilización menos amarillamiento se presentó en las palmas de estudio.

Al observar el contenido de Mg en la hoja número 9 frente a la producción, existe un efecto positivo en la fertilización balanceada con la reducción de la presencia del amarillamiento foliar. Al comparar el contenido de Mg en la hoja (segundo muestreo) frente al rendimiento en el tercer año de investigación, Gráfico 1, se observa que a mayor incremento de Mg en la hoja, existe una producción más rentable, con una ecuación de regresión de $\hat{y} = 9.376 + 20.58x$

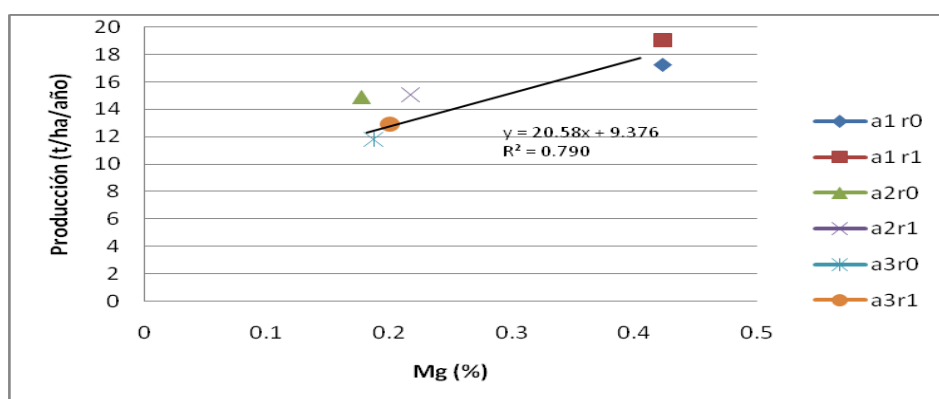


Gráfico 1. Porcentaje de Mg en la hoja (segundo muestreo) frente al rendimiento (tercer año de ensayo) en la evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) bajo condiciones de riego y sin riego; tercer año. La Concordia, Esmeraldas. 2009.

- **Análisis financiero.**

En el Cuadro 5, se observa que el tratamiento a₁r₀ (60%Ca-30% Mg-10% K, sin riego), presenta la mejor relación Beneficio/Costo con 1.84; es decir que, por cada dólar invertido se obtiene una

ganancia de 0.84 USD y el tratamiento a_1r_1 (60%Ca-30% Mg-10% K, con riego) presenta una relación Beneficio/Costo de 1.68; es decir que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0.68 USD; mientras que el tratamiento a_3r_1 (60%Ca-30% Mg-10% K, con riego) presenta la menor relación Beneficio/costo con 0.98.

Cabe destacar que el tratamiento a_1r_1 (60% Ca-30% Mg-10% K, con riego) es el que presenta la mayor producción, pero la relación Beneficio/Costo es menor si se le compara con el tratamiento a_1r_0 (60% Ca-30% Mg-10% K, sin riego), debido a los costos de instalación del sistema de riego, pero si se considera que este se deprecia para diez años, al momento que ya se termine el pago del sistema de riego, toda la producción pasaría hacer ganancia, incrementando así su relación Beneficio/Costo.

Cuadro 5. Análisis financiero por planta en la evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) bajo condiciones de riego y sin riego; tercer año. La Concordia, Esmeraldas. 2009.

TRATAMIENTOS		PROD	PRECIO*	INGRESO	INGRESO/ PLANTA	COSTO	BENEFICIO/ COSTO
		t/ha/año	USD/TM	USD/ha	USD	USD/planta	
60%Ca-30% Mg-10% K	CR	19.04	120	2284.80	15.98	9.53	1.68
60%Ca-30% Mg-10% K	SR	17.24	120	2068.80	14.47	7.87	1.84
70%Ca-20% Mg-10% K	CR	15.07	120	1808.40	12.65	11.71	1.08
70%Ca-20% Mg-10% K	SR	14.90	120	1788.00	12.50	10.55	1.18
80%Ca-15% Mg-5% K	CR	12.91	120	1549.20	10.83	11.02	0.98
80%Ca-15% Mg-5% K	SR	11.82	120	1418.40	9.92	9.55	1.04

*Se trabaja con el precio de la fruta al final del ensayo, mes septiembre 2009 FUENTE: ANCUPA. Precios de la fruta.

CONCLUSIONES

- La Relación a_1 (60%Ca- 30%Mg- 10%K) presentó mejor respuesta a la variable producción, con 18.14 t/ha/año en el tercer año de investigación.
- Para la variable incremento del diámetro de la base del estipe, se detectó diferencia matemática en relaciones obteniéndose un mayor valor en la Relación a_1 (60%Ca-30%Mg- 10%K) en los tres años de investigación.
- En la Influencia del Riego se detectó diferencias matemáticas en la variable producción, presentó mejor respuesta en la Relación a_1 (60%Ca- 30%Mg-10%K) en tercer año de investigación.
- La mejor respuesta entre la Interacción de los factores en estudio en la variable producción fue el tratamiento a_1r_1 (60% Ca-30% Mg-10% K, con riego) con 19.04 t/ha/año.
- En el análisis financiero se obtiene la mejor relación Beneficio/Costo en el tratamiento a_1r_0 (60% Ca-30% Mg-10% K, sin riego) con 1.84; es decir, que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0.84 USD. En segundo lugar se encuentra el tratamiento a_1r_1 (60% Ca-30% Mg-10% K, con riego) con 1.68; es decir que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0.68 USD.

RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones agroecológicas de la zona de La Concordia, Esmeraldas se recomienda

- Continuar con la investigación, para observar el efecto de la fertilización aplicada en las diferentes relaciones, y de esta manera corroborar la información obtenida en los años anteriores.
- Mantener en el suelo, la relación a_1 (60% Ca-30% Mg-10% K); ya que es la que presenta mayor producción en el segundo y tercer año de investigación.
- Trabajar con los análisis de suelo y foliar, para dar una recomendación en base del Balance del los tres cationes (Ca, Mg y K) en el cultivo y en el suelo
- Trabajar con la aplicación de riego por aspersion, debido a que existe una mayor producción y su costo es financiado por diez años, a partir de este momento todo el incremento de producción corresponderá solo a ganancia.

BIBLIOGRAFÍA.

1. **AYALA, A.; CALVACHE, M.** 2010. Evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) bajo condiciones de riego y sin riego. La Concordia. Revista Rumipamba. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. pv.
2. **CALVACHE, M.** 2001. Manejo del agua en el cultivo de Palma Aceitera. Revista El Palmicultor n° 14:17-24
3. **CENIPALMA**, 1998. Ciclo de cursos de actualización de conocimientos sobre suelos con aplicación en el Cultivo de Palma de Aceite. Módulo 2. Principales características del suelo. p. 37-45
4. **CEVALLOS, C.; CALVACHE, M.** 2008. Evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) bajo condiciones de riego y sin riego. (Primer año). La Concordia. Revista Rumipamba. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. pv.
5. **ESPINOSA, J.** 1991. Fertilización Balanceada de cultivos. Memorias, Seminario taller Internacional Suelos, Fertilización y Nutrición del Cultivo del Café. Quevedo. EC. INIAP Estación experimental Pichilingue. p. 104-111
6. **FAIRHURST, T.; CALIAMAN, J.; HÄRDETER, R.; WITT, C.**, 2005. Palma de Aceite. Desordenes Nutricionales y Manejo de Nutrientes. Quito. Ec. IPNI. p. 14- 45
7. **MITE, F.; CARRILLO, M.; ESPINOSA, J.** 1998. Influencia de la fertilización y el riego sobre el desarrollo, nutrición y rendimiento de la palma africana en la zona de Quevedo. Revista El Palmicultor n° 12: 17-23
8. **PADILLA; W.** 1993. El uso eficiente del agua y de los nutrientes en la palma africana. Revista El Palmicultor n° 7: 23-25
9. **QUESADA, G.** 2010. Tecnología de palma aceitera. Cultivo e industria de la palma (*Elaeis guineensis*). INTA. Consultado el 19 de septiembre del 2010. Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_palma.pdf
10. **VERA, L.** 2004. Palmicultor del Tercer Milenio de Quinindé al Mundo. Quinindé, EC. Palcien. p. 12