

Relación entre el contenido clorofílico sobre el estado nutricional en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq)

Relationship between the chlorophyll content on the nutritional status in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq)

Relação entre o teor de clorofila no estado nutricional do dendê (*Elaeis guineensis* Jacq)

Cruz, Vladimir; Paredes, Eduardo; Vega, Cristian; Bernal, Gustavo; Sánchez, Julio; Jaramillo, Raúl; Calvache Ulloa, Marcelo

Vladimir Cruz

vladimircruz217@gmail.com

Cooperativa Agropecuaria Orellana (CAO), Ecuador

Eduardo Paredes

ep7231877@gmail.com

Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA), Ecuador

Cristian Vega

cvega@ancupa.com

Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA), Ecuador

Gustavo Bernal

gb753133@gmail.com

Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA), Ecuador

Julio Sánchez

gbernal@ancupa.com

Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA), Ecuador

Raúl Jaramillo

rauljaramillo@ipni.net

International Plant Nutrition Institute (IPNI), Canadá

Marcelo Calvache Ulloa

mcalvache20@gmail.com

Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador

Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ALFA

Centro de Estudios Transdisciplinarios, Bolivia

ISSN: 2664-0902

ISSN-e: 2664-0902

Periodicidad: Cuatrimestral

vol. 2, núm. 4, 2018

editor@revistaalfa.org

Recepción: 08 Enero 2018

Publicación: 01 Mayo 2018

Resumen: El propósito que tuvo este estudio fue determinar la relación o relaciones entre el contenido de clorofila asociado con las diferentes dosis nutrimentales de nitrógeno, potasio y magnesio para los materiales en renovación de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en la zona de Monterrey. Como método empleado estuvo enmarcado bajo un diseño central compuesto (DCC), la investigación se realizó en la plantación de palma (CIRAD), de cinco años en campo y tres años de experimentación, sin riego, perteneciente a la Cooperativa Agropecuaria Orellana (CAO), las variables evaluadas fueron Concentración de Clorofila (CCF), Emisión Foliar (EF), Peso Seco Foliar (PSF), entre otras. Para finalizar se determinó que aunque el análisis de correlación es un método utilizado con frecuencia en los estudios biológicos, una correlación positiva o negativa entre estas dos variables es solo la explicación del fenómeno fisiológico y no necesariamente un reflejo correcto de la relación intrínseca causa-efecto entre ellas.

Palabras clave: Dosis nutrimentales, nitrógeno, potasio, magnesio renovación de palma aceitera.

Abstract: The purpose of this study was to determine the relationship or relationships between the chlorophyll content associated with the different nutritional doses of nitrogen, potassium and magnesium for oil palm renewal materials (*Elaeis guineensis* Jacq.) In the Monterrey area. As a method used, it was framed under a central composite design (DCC), the research was carried out in the palm plantation (CIRAD), five years in the field and three years of experimentation, without irrigation, belonging to the Orellana Agricultural Cooperative (CAO), the variables evaluated were Chlorophyll Concentration (CCF), Foliar Emission (EF), Foliar Dry Weight (PSF), among others. Finally, it was determined that although the correlation analysis is a method frequently used in biological studies, a positive or negative correlation between these two variables is only the explanation of the physiological phenomenon and not necessarily a correct reflection of the intrinsic cause-effect relationship. Between them.

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/540/5404507003/>

Keywords: Nutrient doses, nitrogen, potassium, magnesium oil palm renewal.

Resumo: O objetivo deste estudo foi determinar a relação ou relações entre o teor de clorofila associado às diferentes doses nutricionais de nitrogênio, potássio e magnésio para materiais de renovação de dendezeiros (*Elaeis guineensis* Jacq.) Na área de Monterrey. Como método utilizado, foi enquadrado em um projeto composto central (DCC), a pesquisa foi realizada no plantio de palmeiras (CIRAD), cinco anos em campo e três anos de experimentação, sem irrigação, pertencentes à Cooperativa Agrícola Orellana (CAO), as variáveis avaliadas foram: concentração de clorofila (CCF), emissão foliar (FE), peso seco foliar (PSF), entre outras. Por fim, determinou-se que, embora a análise de correlação seja um método frequentemente utilizado em estudos biológicos, uma correlação positiva ou negativa entre essas duas variáveis é apenas a explicação do fenômeno fisiológico e não necessariamente um reflexo correto da relação causa-efeito intrínseca. entre elas.

Palavras-chave: Doses de nutrientes, nitrogênio, potássio, renovação da palma de óleo de magnésio.

INTRODUCCIÓN

La palma africana es una planta con elevado potencial de producción y es debido a su alta productividad que se genera grandes volúmenes de biomasa en forma de hojas, inflorescencias, racimos, raíces y desarrollo del estipe. Esta producción de biomasa y del producto comercial demanda una gran cantidad de nutrientes, por lo que la práctica de la fertilización es determinante. Los nutrientes pueden provenir del suelo, el que es considerado como un reservorio de nutrientes, de la fijación biológica por efecto de la cobertura, de la materia orgánica o biomasa incorporada por efecto de la cobertura empleada en el cultivo, por la aplicación de fertilizantes (Donough, 2008).

En definitiva, los objetivos que se persiguen con la fertilización son el suministro de nutrientes para promover el desarrollo vegetativo y la resistencia a plagas y enfermedades y el reemplazamiento de los nutrientes exportados por los racimos en la cosecha. Observar las características que estos presentan y la forma que podrían afectar la fertilización, para este efecto los muestreos de suelos y foliar son determinantes.

La palma aceitera tiene una alta demanda de nutrientes debido al rápido crecimiento anual, especialmente en los primeros años de su ciclo total de crecimiento, y a los altos rendimientos anuales obtenibles después que se inicia la producción en el tercero o cuarto año luego de la siembra en el campo (Donough, 2008).

El cultivo de palma requiere de un sistema de nutrición balanceada, considerando que su producción es afectada por los factores de carencia o déficit nutricional. La aplicación de fertilizantes en forma equilibrada según el requerimiento del cultivo y de los suelos, es el factor principal para lograr altas producciones. (Vera 2004)

Los requerimientos de nutrientes de la palma varían ampliamente y dependen del rendimiento meta, el tipo de material de plantación utilizado, el espaciamiento de las palmas, su edad, el tipo de suelo, así como el clima y otros factores ambientales (Corley y Tinker, 2009).

Estos requerimientos se ven reflejados en técnicas que permiten determinar las cantidades de los diferentes minerales que la planta necesita, entre esas tenemos: Análisis de suelo, análisis foliares, tablas colorimétricas, medidores de los diferentes minerales que la planta necesita, entre otras (Gallardo, 2012).

Procurando encontrar alternativas al uso de los análisis foliares, se ha iniciado un estudio de mediano plazo en colaboración con el International Plant Nutrition Institute (IPNI), la Cooperativa Agropecuaria Orellana (CAO) y la Asociación de Cultivadores de Palma del Ecuador (ANCUPA), para encontrar niveles óptimos de nitrógeno, potasio y magnesio, para las diferentes variables en estudio, mediante nuevas tecnologías como el medidor de clorofila, que según la literatura se han utilizado exitosamente para medir la presencia de deficiencias minerales en maíz y otros cultivos de ciclo corto.

El estudio debe determinar la relación o relaciones entre el contenido de clorofila asociado con las diferentes dosis nutrimentales de nitrógeno, potasio y magnesio para los materiales en renovación de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en la zona de Monterrey; a fin de realizar las correlaciones entre variable y determinar su significancia en función a la aplicación de las diferentes dosis de N, K y Mg. También deberá realizar los análisis de regresión y varianza para las diferentes variables en estudio. Para encontrar valores óptimos de N, K y Mg para las diferentes respuestas obtenidas en los análisis de regresión.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en la plantación de palma (CIRAD), de cinco años en campo y tres años de experimentación, sin riego, perteneciente a la Cooperativa Agropecuaria Orellana (CAO) ubicada en la zona de Monterrey – Esmeraldas, con una temperatura promedio de 27 °C, una precipitación anual de 2751.1 mm y humedad relativa del 80%. Se utilizó un Diseño Central Compuesto (DCC) o Superficie de Respuesta constituido de 14 tratamiento y diez repeticiones de los valores centrales, cada unidad experimental constituida por 16 plantas, las variables evaluadas fueron Concentración de Clorofila (CCF), Emisión Foliar (EF), Peso Seco Foliar (PSF), Área Foliar (AF), Rendimiento (REN), Número de Racimos (RFF) y Peso Promedio de Racimos (PPR), cabe recalcar que se realizaron análisis de suelos y foliares al inicio y al final del ensayo. Los factores en estudio fueron N, K y Mg cada uno de ellos a 5 niveles como se indica en la (Tabla 1).

El número de tratamientos generados en un Diseño Central Compuesto es:

$N = 2 + 2k + n$. Donde: n = Número de puntos experimentales

$N = 2 + 2(3) + 9 k$ = Número de factores

$N = 23 n$. = Puntos centrales

TABLA 1.

Dosis de nutrimentos como elemento puro anual aplicados en palma aceitera (*Elaeis guineensis*, Jacq) de cinco años de edad y tres años de experimentación. Monterrey – Esmeraldas 2013.

Coeficiente*	Cantidad de elemento por planta por año		
	N (kg)	MgO (kg)	K ₂ O (kg)
1.633	1.3	0.58	2.13
1	1.1	0.478	1.88
0	0.75	0.315	1.50
-1	0.4	0.152	1.11
-1.633	0.2	0.050	0.87

El coeficiente indicado se refiere al valor de aumento o disminución de la dosis a utilizar de acuerdo al diseño central compuesto utilizado.

TABLA 2
Tratamientos comparados con sus respectivos coeficientes y sus dosis correspondientes en elemento puro Monterrey – Esmeraldas 2013

No. de Parcelas	Código	N	K	Mg	N (kg)/pt	K (kg)/pt	Mg (kg)/pt
1	1	-1	-1	1	0.4	1.11	0.478
1	2	1	-1	-1	1.1	1.11	0.152
1	3	-1	1	-1	0.4	1.88	0.152
1	4	1	1	1	1.1	1.88	0.478
1	5	-1	-1	-1	0.4	1.11	0.152
1	6	1	-1	1	1.1	1.11	0.478
1	7	-1	1	1	0.4	1.88	0.478
1	8	1	1	-1	1.1	1.88	0.152
1	9	-1.633	0	0	0.2	1.50	0.315
1	10	1.633	0	0	1.3	1.50	0.315
1	11	0	-1.633	0	0.75	0.87	0.315
1	12	0	1.633	0	0.75	2.13	0.315
1	13	0	0	-1.633	0.75	1.50	0.05
1	14	0	0	1.633	0.75	1.50	0.580
1	15	0	0	0	0.75	1.50	0.315
1	16	0	0	0	0.75	1.50	0.315
1	17	0	0	0	0.75	1.50	0.315
1	18	0	0	0	0.75	1.50	0.315
1	19	0	0	0	0.75	1.50	0.315
1	20	0	0	0	0.75	1.50	0.315
1	21	0	0	0	0.75	1.50	0.315
1	22	0	0	0	0.75	1.50	0.315
1	23	0	0	0	0.75	1.50	0.315
1	24	0	0	0	0.75	1.50	0.315

RESULTADOS

En la Tabla 3, durante su tercer año de experimentación se observa que existe correlación significativa (*) y altamente significativa (**) entre las diferentes variables, siendo la más importante y esperada entre Concentración de Clorofila vs Rendimiento, Rendimiento vs Número de racimos y Rendimiento vs Peso Promedio de Racimos.

TABLA 3
Correlaciones de las respectivas variables en estudio y los elementos aplicados en palma aceitera *Elaeis guineensis* Jacq Monterrey – Esmeraldas 2013

	CCF	EF	AF	PSF	REN	RFF	PPR
CCF		0.285	0.069	0.803	0.044*	0.015*	0.807
EF			0.029*	0.943	0.325	0.341	0.253
AF				0.424	0.628	0.969	0.299
PSF					0.060*	0.445	0.002*
REN						0.000**	0.000**
RFF							0.006*

Según Foster (2008) en experimentos realizados encontró una estrecha correlación entre los niveles óptimos de N, K y Mg y la cantidad total de cationes presentes en las hojas (CCTH), al igual existe una estrecha correlación entre los niveles de K y Mg con el rendimiento.

Para aumentar y corregir problemas de rendimiento depende de varios procesos fisiológicos de la planta entre ellos la fotosíntesis, la cual está determinada por la concentración y acumulación de cloroplastos en los órganos fotosintéticos, lo cual demuestran una correlación dependiente del rendimiento hacia la concentración de clorofila (Cayón, 1998).

En experimentos realizados de estimaciones de clorofila la correlación positiva entre rendimiento y peso seco del racimo señala la relación directa de las dos variables, así mismo la correlación es positiva frente al número de racimos, ya que la producción en general depende o está estrechamente relacionada al peso y a la demanda de racimos (Peláez, Ramírez y Cayón, 2010).

En la Tabla 4, durante el segundo año de evaluación se observa las variables significativas (*) y altamente significativas (**) en relación a las dosis aplicadas de fertilizantes después de haber realizado su respectivo análisis de regresión.

CUADRO 4
Probabilidades PrF obtenidas en el análisis de regresión de las variables en estudio y los elementos aplicados en palma aceitera *Elaeis guineensis* Jacq Monterrey – Esmeraldas 2013

Predictor	N	K	Mg	N2	K2	Mg2	N x K	N x Mg	K x Mg
CCF	0.723	0.615	0.525	0.927	0.944	0.956	0.646	0.618	0.314
EF	0.572	0.442	0.798	0.641	0.419	0.060*	0.143	0.657	0.336
PSF	0.016*	0.003**	0.734	0.138	0.005**	0.313	0.077	0.173	0.905
AF	0.777	0.344	0.657	0.396	0.559	0.157	0.942	0.088	0.187
REN	0.777	0.002**	0.070*	0.225	0.003**	0.178	0.426	0.440	0.404
RRF	0.919	0.017*	0.332	0.242	0.017*	0.477	0.815	0.538	0.762
PPR	0.531	0.001**	0.049*	0.426	0.004**	0.128	0.166	0.463	0.298

Se ha establecido que entre mayor sea el contenido de N en la hoja, hasta cierto valor, más alto resulta el contenido de clorofila y, por tanto, aumenta la capacidad fotosintética en las plantas pero este puede ser interrumpido por factores abióticos que hacen que la planta entre en un estado de estrés y disminuir la asimilación del nitrógeno y otros elementos (Díaz, 2002).

El gráfico 1, muestra la máxima expresión de la variable Emisión Foliar > 26 hojas/año cuando valores de los coeficientes pertenecientes al K son bajos y los valores de los coeficientes del Mg son intermedios.

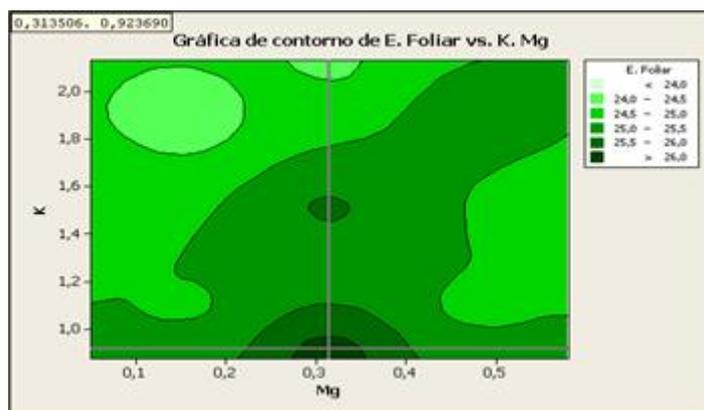


GRÁFICO 1.

Gráfico de contorno para Emisión foliar para los factores K y Mg en dosis de elemento aplicado por planta y por año en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) Monterrey – Esmeraldas. 2013.

Según Foster citado por Goh y Hårdter (2012), indican que la producción de hojas y el desarrollo de otras partes de la planta de palma aceitera se ve influenciado por la aplicación de Mg; Así mismo en el ensayo realizado por Gurmit expresó una disminución en la tasa de producción de la hoja, esto se debe a que concentraciones altas de K y Bajas de Mg reduce la producción de hojas debido al antagonismo entre estos dos elementos (Corley y Tinker, 2009).

Para el gráfico 2 se observa que la mayor expresión > a 2,40 kg en lo que respecta Peso Seco Foliar se encuentra cuando los valores de su coeficiente de K son bajos y los valores de su coeficiente de N son intermedios, así mismo el K en sus niveles máximo muestra una tendencia representativa siempre y cuando el N se encuentre en niveles intermedios.

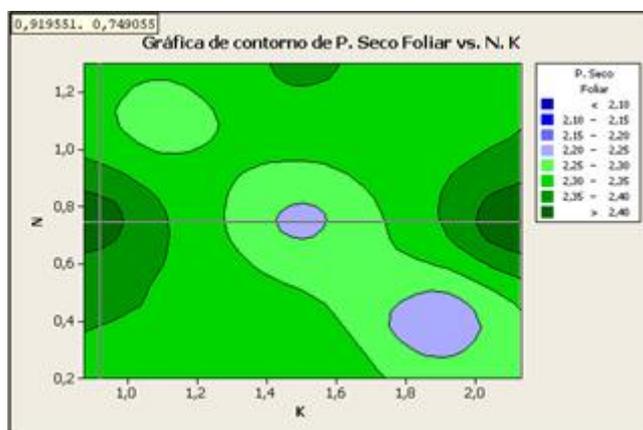


GRÁFICO 2

Gráfico de contorno para Peso Seco Foliar para los factores N y K en dosis de elemento aplicado por planta y por año en palmas aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq), Monterrey – Esmeraldas. 2014.

El potasio conjuntamente con un manejo adecuado del nitrógeno favorece la cantidad de materia seca en las hojas y por ende aumenta el peso seco de las hojas (Chew, PS. 1994).

De acuerdo con el gráfico 3 se observa que la mayor tendencia > 28 Tm/ha para la variable rendimiento se encuentra cuando los valores de los coeficientes de K son bajos y los valores de los coeficientes del Mg son intermedios.

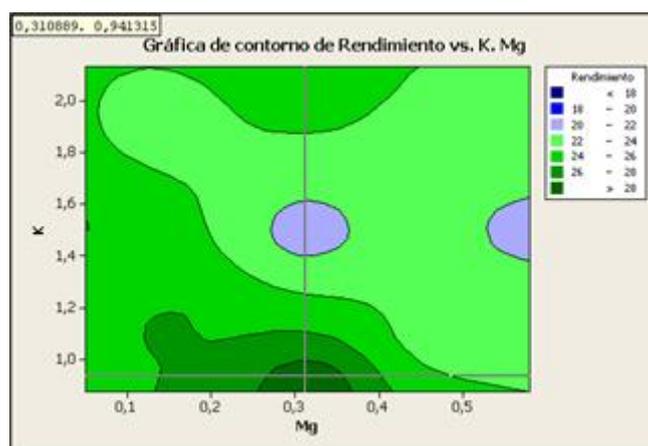


GRÁFICO 3.

Gráfico de contorno del Rendimiento para los factores K y Mg en dosis de elemento aplicado por planta y por año en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq), Monterrey – Esmeraldas. 2013.

En el gráfico 4 se observa que la expresión máxima para el número de racimos >500 RFF/pn ocurre cuando los valores de los coeficientes perteneciente el elemento Mg son medios, y los valores de los coeficientes para el elemento K son bajos.

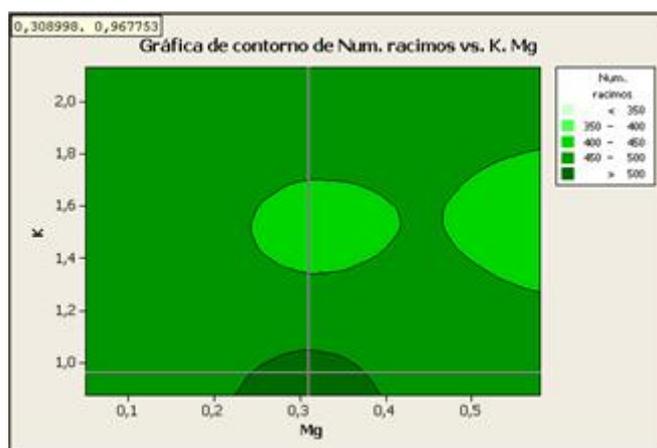


GRÁFICO 4.

Gráfico de contorno de Número de Racimos para los factores N y K en dosis de elemento aplicado por planta y por año en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq), Monterrey Esmeraldas. 2013.

En los resultados encontrados en las relaciones K Mg según Kusnu, un experimento realizado en Sumatra cuyos suelos eran deficientes en K y Mg las palmas adultas no respondieron al Mg en los dos primeros años de aplicación y su rendimiento aumentó (Corley y Tinker, 2009).

De acuerdo al gráfico 5 se observa que la variable peso promedio de racimos se expresa mejor cuando los valores de los coeficientes correspondientes Mg son medios y los valores de los coeficientes del K son bajos.

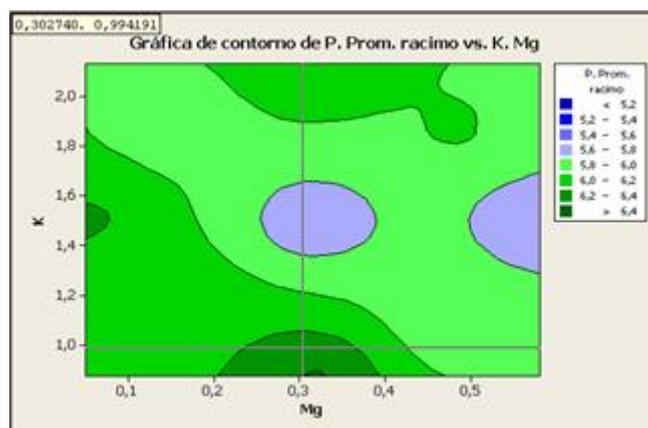


GRÁFICO 5.

Gráfico de contorno de Peso Promedio de Racimos para los factores K y Mg en dosis de elemento aplicado por planta y por año en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq), Monterrey – Esmeraldas. 2013.

El equilibrio entre el suministro de Mg y K es muy importante puesto que una provisión excesiva de K puede causar una reducción en la absorción del Mg y conducir a un cese de la formación de proteína y por tanto del aceite lo cual reduce el peso significativo del RFF (Fairhurst y Härdter, 2012).

TABLA 5

Valores óptimos de N K y Mg correspondientes a las respectivas ecuaciones de regresión para cada variable en estudio en palma aceitera *Elaeis guineensis* Jacq Monterrey – Esmeraldas 2013

	Nitrógeno (kg)	Potasio (kg)	Magnesio (kg)
Concentración de Clorofila	1.3178	2.0472	0.3277
Emisión Foliar	0.6263	1.3368	0.3098
Área Foliar	0.6497	1.3368	0.3098
Peso Seco Foliar	0.8264	1.5037	0.2129
Rendimiento	0.6814	1.5499	0.4053
Número de Racimos	1.0250	1.5588	0.3402
Peso Promedio de Racimos	0.9793	1.4404	0.3659
RANGO	0.6263 - 1.3178	1.3368 - 2.0472	0.2129 - 0.4053

En el cuadro 5 se observa que los valores óptimos en elemento puro y expresado en kg/pt/año para el nitrógeno está en el rango entre 0.6263 – 1.3178, para el potasio entre 1.3368 – 2.0472 y para el magnesio entre 0.2129 – 0.4053.

Para el presente cálculo primero se debe encontrar la respectiva ecuación de regresión, a partir de ahí se realiza derivadas parciales para cada elemento, con la finalidad de obtener un sistema de ecuación de tercer grado y por último se resuelve para obtener los valores de N, K, Mg; los mismos que serán los óptimos.

Ejemplo

La ecuación de regresión es:

$$\text{Concentración de Clorofila} = 174 - 11,7 N - 17,7 K - 43,8 Mg + 1,2 N^{**} - 0,7 K^{**} - 3,2 Mg^{**} + 7,1 N*K - 18,3 N*Mg + 34,2 K*Mg$$

Derivadas parciales

$$N = -11,7 + 2(1,2)N + 7,1K - 18,3Mg \quad K = -17,7 - 2(0,7) K + 7,1N + 34,2Mg \quad Mg = -43,8 - 2(3,2)Mg - 18,3N + 34,2K$$

Sistema de ecuaciones ordenadas

$$\begin{aligned} 2,4N + 7,1K - 18,3Mg &= 11,7 \\ 7,1N - 1,4K + 34,2Mg &= 17,7 \\ -18,3N + 34,2K - 6,4Mg &= 43,8 \end{aligned}$$

Valores de N, K y Mg

$$\begin{aligned} N &= 1,3178 \\ K &= 2,0472 \\ Mg &= 0,3277 \end{aligned}$$

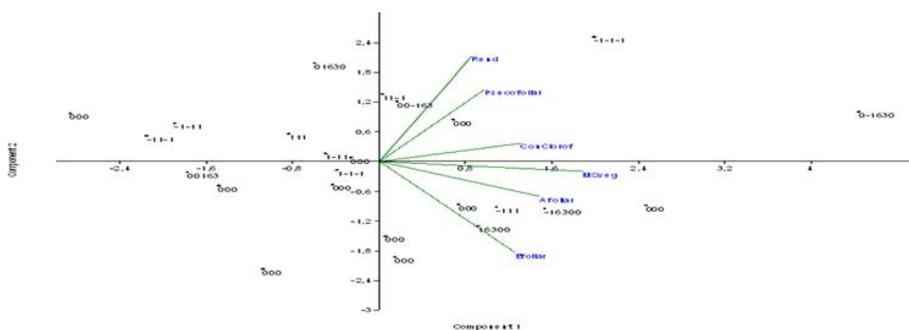


GRÁFICO 6.

Relación de componentes y variables en estudio de acuerdo a los tratamientos y valores de los coeficientes aplicados para la fertilización aplicados en palma aceitera. Monterrey – Esmeraldas, 2013.

Los vectores correspondientes al Rendimiento y al Peso Seco Foliar al prolongarse se observa que se acercan al tratamiento (-1, -1, -1) correspondientes a los valores: N = 0,4 kg, K = 1,11kg y Mg = 0,152 kg los mismos que dan veracidad a los datos observados en campo, En el cual el mayor rendimiento obtenido en los últimos meses de investigación es en el tratamiento cinco, Así mismo se observa que el rendimiento está relacionado con la concentración de clorofila y marginalmente con Peso Seco Foliar debido a las correlaciones positivas que se observan entre ellas (Cuadro 3).

Para las variables Materia Seca Vegetativa, Área Foliar y Emisión Foliar sus vectores se dirigen a varios tratamientos (0, 0, 0), (-1,633, 0, 0) y (1,633, 0, 0) respectivamente, Lo que indica que las variables tienen una tendencia a niveles medios de K y Mg, valores que se ratifican en los cálculos de datos biométricos.

CONCLUSIONES

La (CCF) no presentó correlación directa con los niveles de nutrientes aplicados por lo cual su ecuación de regresión es poco confiable debido a la significancia que existe en el error – falta de ajuste durante el periodo de evaluación y en las condiciones agroclimáticas de la zona en estudio.

Aunque el análisis de correlación es un método utilizado con frecuencia en los estudios biológicos, una correlación positiva o negativa entre estas dos variables es solo la explicación del fenómeno fisiológico y no necesariamente un reflejo correcto de la relación intrínseca causa-efecto entre ellas.

Existen varias correlaciones significativas entre las diferentes variables, destacándose la CCF vs REN con un valor de P de 0,044*, REN vs sus componentes con un valor de P de 0,00**, y EF vs AF con un valor de P de 0,029*, deduciendo que el REN y sus componentes dependen para esta investigación de los niveles de fertilización aplicados.

REFERENCIAS

- Cayón, G. 1998. Ecofisiología de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). pp. 38-54. En: Libro de Memorias, Primer Curso Internacional de Palma de Aceite. Cenipalma. Bogotá D.C
- Chew, PS. (1994). Fertilizer management in oil palms. International Conference on Fertilizer Usage in the Tropics (FERTROP) p. 43 – 67
- Corley, R. Y Tinker, P. (2009). La Palma de Aceite. Cuarta edición en inglés. Primera impresión en español. Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (FEDAPALMA). Bogotá, Colombia. p. 604
- Donough, R. (2008). Manejo de la nutrición y fertilización de la palma aceitera. Informaciones Agronómicas N° 69, International Plant Nutrition Institute (IPNI). p. 1 – 6
- Díaz, D. (2002). Manual de fertilización orgánica y química, diagnóstico nutricional de las plantas desde el surco. Segunda ed. Quito, Ec. p.18
- Fairhurst, T. Y Hårdter, R. (2012). Palma de Aceite – Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles. 1 ed. en español
- Gallardo, R. (2012). Relación entre el contenido clorofílico sobre el estado nutricional en palma aceitera (*Elaeis guineensis* jacq) en la parroquia monterrey, cantón la Concordia. Tesis de grado. La Concordia – Ecuador. p. 10 – 66
- Goh, K; Hårdter, R. (2012). Nutrición General de Palma Aceitera. In Fairhurst, T. y Hårdter, R. (eds.) Palma de Aceite – Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles. 1ed. en español
- Peláez, E., D. Ramírez y G. Cayón. (2010). Fisiología comparada de palmas africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), americana (*Elaeis oleífera* H.B.K. Cortés) e híbridos (*Elaeis oleífera* . *Elaeis guineensis*) en Hacienda La Cabaña. Palmas. p. 3 – 4
- Vera, L. 2004. Palmicultor del Tercer Milenio de Quinindé al mundo. PALCIEN p.12