

RESPUESTA EN RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN

de aceite de los clones de palma de aceite (*Elaeis guineensis*), a dos diferentes fertilizantes de magnesio

RESPONSE OF OIL PALM CLONE (*Elaeis guineensis*)

to Two Different Magnesium Fertilizers on Yield and Oil Productivity

AUTOR



Bernd Ditschar

K + S KALI. GmbH : Agricultural Services South-East (Asia).
bernd.ditschar@kali-gmbh.com
Alemania

Palabras CLAVE

Palma de aceite, palma oleífera, clones, fertilizantes, magnesio, nutrición de las plantas.

Oil palm, oleífera palm, clones, fertilizers, magnesium.

Traducido por Fedepalma.
Versión original en inglés disponible en el Centro de Documentación de Fedepalma.

RESUMEN



Además del nitrógeno, fósforo y potasio, el magnesio es el cuarto nutriente más importante en la nutrición de las plantas. En la palma de aceite, a escala cuantitativa, el magnesio es el tercer nutriente más importante (después del potasio y nitrógeno). El magnesio desempeña el papel más destacado en las plantas, como el átomo central de las moléculas de clorofila y también está comprometido en el proceso de fotosíntesis como una coenzima en la fijación de CO₂. Asimismo, el magnesio junto con el fósforo participa en la formación de fosfolípidos en el aceite y con el azufre, en la síntesis del aceite. Para analizar el papel del magnesio en la formación de aceite, un ensayo de campo fue implementado con el fin de medir el efecto de dos diferentes fuentes de magnesio (kieserita y dolomita) en la síntesis y en la tasa de extracción de aceite. El lugar del ensayo está situado en el Estado de Negeri Sembilan (Malasia). El ensayo se inició en marzo de 2003 con clones de palmas oleíferas (*Elaeis guineensis*), de cultivo de tejidos. El área seleccionada tiene 20,2 ha. Todas las palmas fueron abonadas con los mismos nutrientes, con excepción del magnesio. Los primeros resultados indican que por una parte, el magnesio afecta el estado de Mg en las hojas, la formación y la extracción de aceite y por otra, la fuente de magnesio que se suministra a las plantas. Las pequeñas diferencias en el estado foliar de Mg, que incluso puede utilizarse como un indicador para el estado de magnesio en las plantas, se midieron en los dos ensayos fertilizados con Mg. El contenido de Mg más alto en las hojas, se midió en el tratamiento con kieserita, mientras que el control sin Mg, presentó una reducción mayor a 10%. En las plantas fertilizadas con kieserita o dolomita no se presentaron diferencias significativas en la producción de racimos, en el primer año del experimento, pero las palmas control presentaron una reducción mayor a 10 kg/palma. La tasa de extracción de aceite fue 2,5% mayor en el tratamiento con kieserita, en comparación con dolomita y 3,5% superior al control. El papel que desempeña el Mg en la nutrición de las palmas oleíferas se ha reconocido en Malasia e Indonesia y su importancia aumenta en el cultivo de palmas de alto rendimiento. Estudios anteriores mostraron que la fertilización con Mg en forma de kieserita puede aumentar la producción de aceite hasta 0,57 t/ha (Dolmat, 2005).



SUMMARY

Beside nitrogen, phosphorus and potassium, magnesium is the fourth important nutrient in plant nutrition. In oil palm, magnesium is quantitatively the third most important nutrient (after potassium and nitrogen). The most prominent role of magnesium in plants is its role as the central atom of the chlorophyll molecule and is also involved in the process of photosynthesis as a coenzyme in the fixation of CO₂. Beside this, magnesium is associated with phosphorus in the formation of phospholipids in oil and is related with S in the synthesis of oil. To clarify the role of magnesium in oil formation a field trial was conducted to measure the effect of two magnesium sources (Kieserite and Dolomite) on oil synthesis and oil extraction rate. The trial site is located in the state of Negeri Sembilan (Malaysia) and was started in March 2003 by using clonal (tissue cultured) oil palms (*Elaeis guineensis*). A total area of 20.2 ha was selected for the experiment, where all palms got the same kind of nutrients except of magnesium. First preliminary results are indicating that on the one hand the Mg leaf status, oil formation and oil extraction is influenced by magnesium and on the other hand by the source of magnesium applied to the plants. Slight variations in the Mg- leaf status, which may even be used as an indicator for the plants magnesium status, were measured between the two Mg-fertilized treatments. Highest Mg leaf contents were measured in the Kieserite treatment while the control (without Mg) was more than 10% less. No significant differences in FFB production were measured between the Kieserite and Dolomite fertilized plants in the first years of the experiment, but control palms showed more than 10kg palm⁻¹ less FFB yield compared to the Mg-fertilized plants. The oil extraction rate was 2.5% higher in the Kieserite treatment compared to the Dolomite treatment and 3.5% higher compared to the control. The importance of Mg in oil palm nutrition has been firmly established in Malaysia and Indonesia and gain in importance in the culture of high yielding oil palms. In early studies it is already described that the Mg application (in form of Kieserite) can increase the oil production up to 0.57 t ha⁻¹ (Dolmat, 2005).



INTRODUCCIÓN

Además del nitrógeno, fósforo y potasio, el magnesio ocupa el cuarto lugar en importancia en la nutrición de las plantas. En la palma de aceite, el magnesio (Mg) a escala cuantitativa, es el tercer nutriente más importante (después del potasio (P) y el nitrógeno (N)) y supera al fósforo por un factor cercano a dos. El magnesio desempeña un papel importante en la fotosíntesis como el átomo central de la molécula de clorofila.

No obstante, la cantidad ligada a la clorofila es relativamente pequeña y depende mucho del suministro. Incluso puede utilizarse como un indicador del contenido de magnesio en las plantas porque por lo general, esa proporción disminuye con un aumento en el suministro.

Además, el magnesio es parte integral de la clorofila y también está comprometido en la reacción de la carboxilasa, en la fotosíntesis, especialmente como una coenzima en la fijación de CO₂. Como un catión de carga divalente, el magnesio participa en el equilibrio catión-anión, es responsable de la regulación del pH, del ajuste en el turgor de las células de las plantas y es necesario en muchas enzimas relacionadas con los ácidos grasos y la biosíntesis del aceite. Entre 5 a 10% del magnesio se enlaza al pectato y sirve como un elemento estructural en las paredes celulares. El magnesio restante, que no se fija en las estructuras como la clorofila en las paredes celulares, es altamente móvil dentro de la planta y se traslada fácilmente de las hojas mayores a las más jóvenes.

En el contexto mundial, la palma de aceite es uno de los diez cultivos que recibe más fertilizantes (Soh,

Tabla 1. Propiedades químicas del acrisol férrico						
Profundidad del suelo cm	pH H ₂ O; (2:5)	Cationes intercambiables (me %)				CIC me %
		K	Mg	Ca	Na	
0-20	3,55	0,06	0,12	0,29	0,10	14,5
20-40	3,59	0,06	0,08	0,27	0,12	13,5
40-80	3,46	0,05	0,07	0,28	0,10	15,5
80-130	3,58	0,06	0,05	0,19	0,10	8,0
130-150	3,65	0,05	0,03	0,20	0,10	12,5

1997). En el pasado, en las plantaciones de palma de aceite no se tuvo en cuenta el uso del magnesio como fertilizante y el resultado fue una extendida deficiencia de magnesio. Además, las pérdidas por lixiviación de los suelos, que debido a su avanzado estado de alteración presentaban una carencia de magnesio, condujeron a un acelerado agotamiento de este nutriente del suelo. Asimismo, las altas tasas de fertilización con K han aumentado la deficiencia en Mg debido al efecto antagonista entre K y Mg en el mecanismo de captación de nutrientes.

En la palma de aceite, los síntomas de deficiencia de Mg se caracterizan por una decoloración uniforme de los folíolos en las hojas mayores, que varía entre amarillo hasta naranja-amarillo fuerte. Como la meta final de producción es un alto rendimiento de la palma, el efecto del Mg en el rendimiento y el nivel de extracción de aceite son de importancia crucial. La meta de altos rendimientos en aceite de la palma no podrá alcanzarse sin un adecuado suministro de este macronutriente esencial, mediante la fertilización.

Por tanto, cabe subrayar la importancia de las características de liberación de nutrientes a partir de la fuente de fertilización de magnesio, para el suministro sostenido de Mg a la palma de aceite a fin de garantizar altos rendimientos de racimos y altas tasas de extracción de aceite. El objetivo de este artículo es el de examinar la respuesta de la palma de aceite, a dos diferentes fertilizantes de magnesio, en relación con el rendimiento y productividad de aceite.

METODOLOGÍA

En 2003 se estableció un experimento en el terreno, en el estado de Negeri Sembilan (Malasia). El suelo es arcilloso fino, caolínico, acrisol férrico isohipertérmico con un bajo pH y CIC (Tabla 1). Durante más de 50 años, se ha cultivado

caucho en el área, con dos ciclos de producción.

El sitio del ensayo se encuentra en una región agroclimática que presenta una estación seca corta (1 a 2 meses) y una precipitación promedio anual de unos 1.400 mm.

Se seleccionó un área total de 20.2 ha para el ensayo y en 2001 se sembró con clones de palma de aceite. La densidad de las palmas era de 136 palmas/ha, sembradas en un patrón equilateral de 9m x 9m x 9m. Cada tratamiento con kieserita (27% MgO) y dolomita (caliza de base de magnesio (CBM); (>7% MgO) se replicó tres veces, salvo el control sin fertilización con Mg (una réplica). Ambos tratamientos (kieserita y dolomita) se fertilizaron con cantidades equivalentes de óxido de magnesio (MgO). Se aplicó fertilización con nitrógeno, potasio y fósforo en tasas adecuadas, según el análisis foliar. Todos los fertilizantes se aplicaron al voleo sobre la superficie de los platos desyerbados en un radio de 2 m. Los tratamientos tuvieron un diseño de bloque completo aleatorio (DBCA).

Cada seis meses se realizó el muestreo foliar de la hoja número 17, para el análisis de los nutrientes foliares. En intervalos de 7-10 días se realizó la cosecha de los racimos y el registro de los parámetros de rendimiento (peso del racimo).

Se utilizó el procedimiento tradicional de medición de la extracción de aceite para medir la tasa de extracción de aceite (TEA) y la tasa de extracción de palmiste (TEP).

RESULTADOS

En la Figura 1 se presentan los efectos de las dos fuentes de magnesio (kieserita y dolomita) en los niveles de nutrientes foliares. En los primeros 30 meses del experimento, los niveles foliares de Mg de los tratamientos con kieserita y dolomita se encontraban en un rango entre 0,32 y 0,36% de materia seca. Desde los 36 meses de edad, el contenido de Mg foliar cayó en el tratamiento con dolomita, de 0,33 a 0,26% de materia seca mientras que en el tratamiento con kieserita, el contenido de Mg dis-

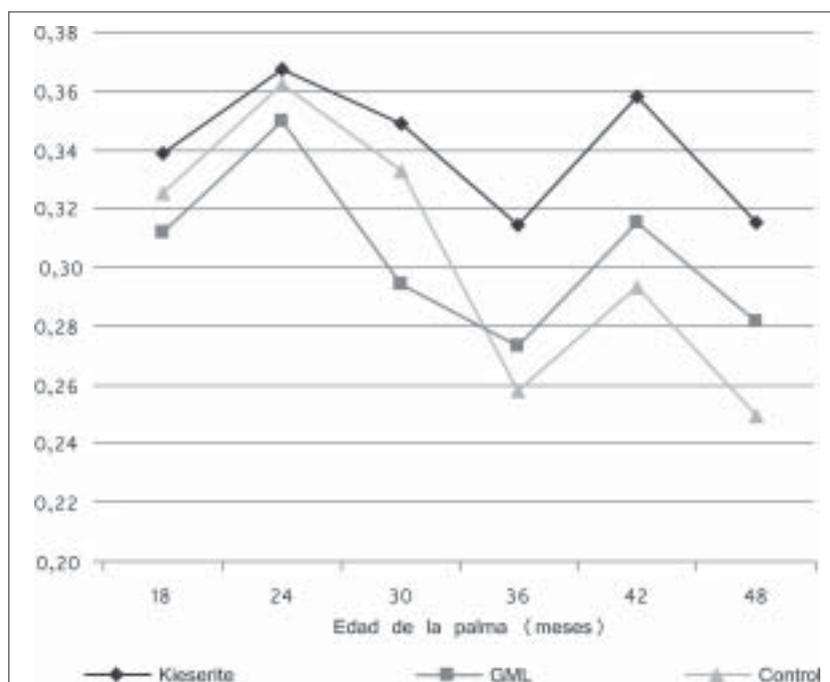


Figura 1. Efectos de diferentes fuentes de fertilizantes de Mg (Kieserita y CBM - Dolomita) en el contenido foliar de Mg (% en materia seca) entre los 18 y 48 meses.

Tabla 2. El efecto de dos fuentes diferentes de magnesio en el rendimiento de racimos (producción anual y total para el 2004 y 2005)

Año	Tratamiento (media de las replicas)		
	Kieserita (kg FFB)	GML (kg FFB)	Control (kg FFB)
2004	9,313 a	8,345 a	2,177 b
2005	9,459 a	9,730 ^a	2,584 b
Total	18,772 a	18,075 a	4,761 b

minuyó solamente a 0,32%. Después de 36 meses, el contenido foliar de Mg en el tratamiento con kieserita se encontraba en un rango entre 0,32 y 0,36% de materia seca y en el tratamiento con dolomita entre 0,28 y 0,31%. El contenido de Mg en el control estaba levemente por debajo del tratamiento con kieserita durante los primeros 30 meses de crecimiento y posteriormente cayó en forma dramática de 0,33 a 0,26% después de 36 meses. Después de 36 meses el contenido de Mg fluctuó entre 0,26 y 0,29% de materia seca.

Como se presenta en la Tabla 2, el mayor rendimiento total se midió en el tratamiento con kieserita, pero en comparación con el tratamiento con dolomita, no se presentó una diferencia significativa. En cada año se

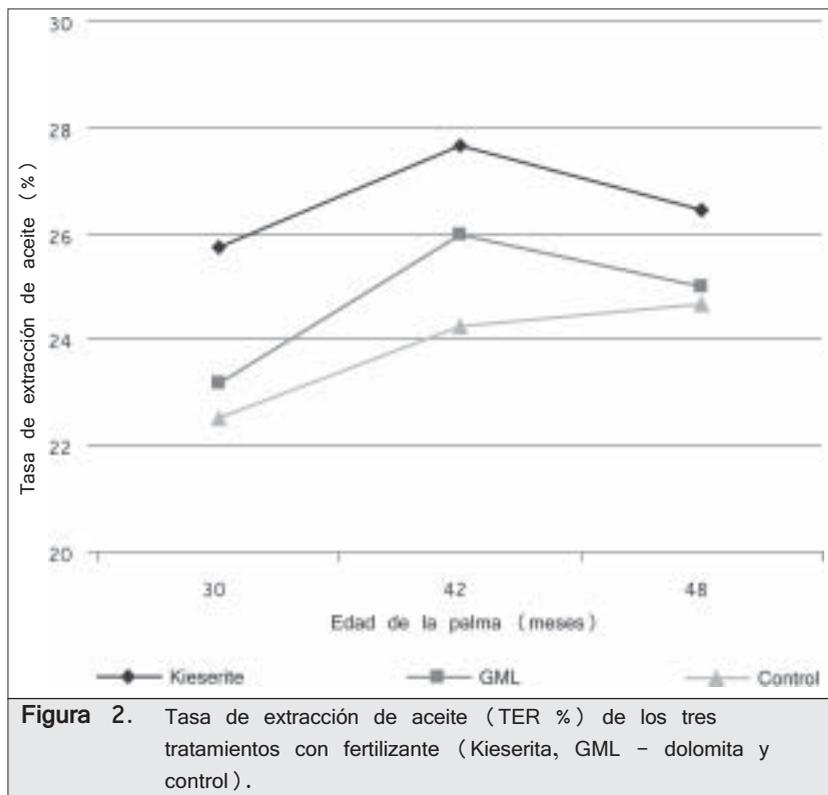
midieron leves diferencias entre los dos tratamientos (2004 y 2005), mientras que en el año 2004, el rendimiento del tratamiento con kieserita fue mayor en 1.000 kg frente al tratamiento con dolomita, mientras que en el año 2005, el rendimiento en el tratamiento con dolomita fue mayor en 300 kg en comparación con el tratamiento con kieserita. Ambos rendimientos totales (kieserita y dolomita) fueron cuatro veces mayores en comparación con el control, con solo 4.761 kg de racimos en los primeros dos años del experimento.

Los efectos de la tasa de extracción de aceite (TEA), con los dos niveles de magnesio, se presentan en la Figura 2. En el tratamiento con kieserita se midió la mayor TEA que en promedio fue 8% mayor que la TEA en el tratamiento con dolomita. La menor TEA se midió en el tratamiento de control donde no se aplicó magnesio.

DISCUSIÓN

Este estudio mostró con claridad la influencia de la kieserita y dolomita en el estado del Mg foliar, la respuesta del rendimiento del racimo y la tasa de extracción de aceite. En comparación con la dolomita, la kieserita es la fuente más eficiente de Mg que promueve el contenido foliar de Mg y la tasa de extracción de aceite mientras que no hay diferencia en el rendimiento de racimos entre los dos fertilizantes. El contenido foliar de Mg en el tratamiento con kieserita fue en promedio 12% mayor en comparación con el tratamiento con dolomita y en promedio fue 19% menor en el último año registrado, en el tratamiento control.

Dubos *et al.* (1999) midieron resultados similares en los que los niveles de Mg en las hojas presentaban una reducción, si no se aplicaba magnesio. Asimismo, la tasa de extracción de aceite en el tratamiento con



kieserita era 8% más alta que en el tratamiento con dolomita y 12% mayor que en el tratamiento de control. El magnesio, además de ser una parte integral de la clorofila, está comprometido en la reacción carboxilasa de la fotosíntesis, especialmente como una coenzima en la fijación de CO₂.

Durante la asimilación de CO₂ las moléculas de azúcar se forman del agua y del dióxido de carbono, utilizando la energía del sol y por tanto es la reacción básica para la síntesis de otros constituyentes de las plantas tales como almidón, proteínas, grasas y vitaminas. Debido a esto, la formación de aceite no solo depende de la asimilación de CO₂ sino también de la solubilidad del fertilizante de Mg.

Hårdter (1992) mostró que la solubilidad de la kieserita es de 47.7 kg 100 l⁻¹ y de la dolomita de 0.032 kg 100 l⁻¹. Por tanto, en este estudio los tres factores: i) el magnesio como un constituyente de la molécula de clorofila, ii) la participación de Mg en la producción del asimilado y iii) la solubilidad de los fertilizantes de Mg, podrían ser responsables de un mayor contenido foliar de Mg y del mayor rendimiento del aceite, a través de la aplicación de kieserita.

En caso de la disponibilidad inmediata de magnesio que puede requerirse debido a los periodos cortos de sequía en el área del ensayo, debe utilizarse una fuente de magnesio para garantizar un suministro continuo y oportuno para satisfacer la demanda pico de la palma de aceite.

En general, a partir del segundo año la captación de nutrientes en la palma de aceite presenta un crecimiento agigantado y llega a un pico entre los ocho y diez años después de la siembra (Ng, 1977). La concentración foliar de nutrientes en las hojas de la palma constituye una importante herramienta de diagnóstico que puede utilizarse para determinar los requisitos de nutrientes. El contenido de Mg en la hoja 17, se considera óptimo cuando está entre

0,30 y 0,45% de materia seca en las palmas jóvenes, hasta la edad de seis años (Fairhurst *et al.*, 2005).

Según la Figura 1, solo el contenido foliar de Mg del tratamiento con kieserita estaba a un nivel óptimo entre 0,30 y 0,45% Mg de materia seca⁻¹. El nivel de Mg en el tratamiento con dolomita, presentó una reducción de tres veces por debajo del nivel óptimo, pero sin que se presenten síntomas visibles de deficiencia. La deficiencia de magnesio se observa si la concentración de Mg en el tejido de la hoja No. 17 disminuye a un nivel inferior a 0,20% y se presenta cuando la proporción de Mg es pequeña en relación con los cationes totales de la hoja (Foster, 2003).

Dolmat (2005) describió la importancia del magnesio en la nutrición de la palma de aceite. En Malasia se realizó un ensayo en el terreno en palma de aceite de cinco años DxP para probar la hipótesis que establece que la deficiencia y el desequilibrio del magnesio en el ecosistema de la palma de aceite contribuye, entre otros factores, a la reducción en la síntesis del aceite y en la tasa de extracción de aceite.

Dolmat (2005) realizó el experimento con tres tasas de kieserita (0, 1.5 y 3.0 kg palma⁻¹ año⁻¹) y concluyó



que en el suelo típico de la serie Paleudult Serdang, se observó una respuesta significativa en las hojas, el rendimiento de los racimos, la relación aceite a racimo y la respuesta del rendimiento del aceite a la aplicación de fertilizante de Mg y se logró obtener una cantidad adicional de aceite de $0.57 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ a través de una aplicación consistente de $1.5 \text{ kg palma}^{-1} \text{ año}^{-1}$ de kieserita como fuente de magnesio. Goh *et al.* (1998) encontraron resultados similares de una reducción del 23% del rendimiento de racimos como resultado de una deficiencia de Mg.

En una comparación entre kieserita y dolomita, Mohd Hussin *et al.* (1998) encontraron mayores rendimientos de los racimos en la palma de aceite, cuando se aplica kieserita. Una primera investigación de Corley y Mok (1972) en un suelo serie Rengam (en Malasia) mostró que los rendimientos de los racimos aumentaron entre 3.4 y 10.6 kg por palma, con una aplicación de magnesio. En la presente investigación y en los resultados preliminares de 2004 y 2005 del estudio en la palma de aceite, no se encontraron diferencias significativas en los rendimientos de los racimos, entre los tratamientos con kieserita y dolomita.

Parecería ser demasiado temprano para mostrar el efecto del rendimiento de las dos fuentes de magnesio, pero las observaciones visuales y los primeros registros en el terreno de 2006, presentan diferencias en el rendimiento, a favor del tratamiento con kieserita.

Cheong y Ng (1980) encontraron respuestas similares en las palmas de aceite y rendimientos de los racimos. En su trabajo, se observó una lenta respuesta de la palma de aceite, a la fertilización en un suelo de turba ácido, al inicio de la siembra pero aumentó de manera significativa seis años después de la siembra.

CONCLUSIONES

En los últimos años, la comunidad agrícola ha prestado una mayor atención al magnesio. La creciente demanda de este nutriente esencial se debe a un bajo suministro inherente en la mayoría de los suelos tropicales en Malasia y al aumento de la demanda en las palmas de aceite altamente productivas. Se examinan brevemente las principales funciones en el metabolismo de la planta, que incluyen la fotosíntesis, la síntesis de proteínas y almidones y que no obstante, desempeña una función esencial en la captación de nutrientes y en la traslocación de carbohidratos dentro del sistema vegetal.

Además, se revisa la respuesta del rendimiento a la fertilización de Mg, que incluye el rendimiento del aceite y de los racimos. Se podría mostrar que puede ser drástico el aumento en el rendimiento del aceite como resultado de la aplicación de magnesio. La fuente de magnesio desempeña un papel esencial. En esta investigación, la kieserita demostró ser claramente superior a la dolomita (GML) con un aumento del 8% en la extracción de aceite.

BIBLIOGRAFÍA

- Cheong, SP; Ng, SK. 1980. Major nutrient requirements of oil palms on deep acid peat in Malaysia. *Proc. Clamatrops* 1977: 525-535.
- Corley, RHV; Mok, CK. 1972. Effects of nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium on growth of the oil palm. *Experimental Agriculture*. 8: 347-353.
- Dolmat, MT. 2005. Importance of Magnesium in oil palm nutrition. Pipoc. Kuala Lumpur (Malaysia) Sept. 25 - Sept.29: 236-255.
- Dubos, B; Caliman, JP; Corrado, F; Quencez, P; Suyanto, S; Tailiez, B. 1999. Importance of magnesium nutrition in oil palm - results of several years experiments. Proceedings of the 1999 Porim International Palm Oil Congress.
- Fairhurst, T; Caliman, JP; Härdter, R; Witt, C. 2005. Oil Palm: Nutrient Disorders and Nutrient Management. *PPI/PPIC and IPI*. 7: 54 pp.
- Foster, H. 2003. In: *Oil Palm: Management for large and sustainable yields*. Edited by Fairhurst, T; Härdter, R: 231-258.
- Härdter, R. 1992. Magnesium - The forgotten macronutrient. IFA-Fadinap Regional Fertilizer Conference for Asia and the Pacific. Bali (Indonesia) Nov. 29 - Dec. 2. International Fertilizer Association. Paris (France): 16 pp.
- Mohd Hussin, NS; Foong, SF; Ismail, H. 1998. Comparison of the efficacy of Kieserite and ground magnesium limestone in promoting oil palm yield. *Kemajuan Penyelidikan Bil.* 31: 29-34.
- Ng, SK. 1977. Review of oil palm nutrition and manuring scope for greater economy in fertilizer usage. *Oleagineux* 32: 197-206.
- Soh, KG. 1997. Fertilizer use by crops. IFA Agro-economics Meeting. Beijing (China).

