



ISSN  
1019-1100

NUMBER 46, 2016

# ASD OIL PALM PAPERS



**Left.** Palms in a plot that received fertilizer with a 60-30-10 ratio of calcium, magnesium and potassium.  
**Right.** Plot fertilized with an 80-15-5 ratio of bases.

**Izquierda.** Palmas en una parcela que recibió fertilizante en la proporción 60-30-10 entre calcio, magnesio y potasio. **Derecha.** Parcela fertilizada con la relación de bases de 80-15-5.



**“ASD OIL PALM PAPERS”**  
**IS A BIENNIAL PUBLICATION OF**  
**ASD COSTA RICA**  
**(Agricultural Services and Development)**

**Number 46**

**2016**

EDITOR: Carlos Chinchilla  
EDITORIAL BOARD: Amancio Alvarado,  
Francisco Peralta, Ricardo Escobar.

**MAILING ADDRESS**

ASD OIL PALM PAPERS  
ASD Costa Rica  
P.O. Box 30-1000, San José, Costa Rica  
Ph.(506) 2284-1120, Fax (506) 2257-2667  
E-mail: sales@asd-cr.com  
Web site: <http://www.asd-cr.com>

**CONTENT**

1. Relationship between 'amarillamiento-secamiento' of oil palm (*Elaeis guineensis* J.) and equilibrium of bases (Ca, K, Mg) in the Ecuadorian Western Block
8. Relación entre el 'amarillamiento-secamiento' de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* J.) y el equilibrio de las bases (Ca, K, Mg) en el Bloque Occidental Ecuatoriano  
Bernal Gustavo, Vega Cristian, Calvache Marcelo, Cevallos Geovanna, Ayala Andrea, Parra Jenny, Guerra Martha, Guañuna Orlando, Morales Rocío y Sánchez Julio
15. Examination of critical components of *Rhynchophorus palmarum* pheromone traps
20. Componentes básicos en trampas para adultos de *Rhynchophorus palmarum*  
C. Rodríguez , A.C. Oehlschlager, C. Ml. Chinchilla
25. Carta aclaratoria

**Front cover**

Left. ('amarillamiento-secamiento') Palms in a plot that received fertilizer with a 60-30-10 ratio of calcium, magnesium and potassium. *Right*. Plot fertilized with an 80-15-5 ratio of bases, page 5.

Izquierda. ('amarillamiento-secamiento') Palmas en una parcela que recibió fertilizante en la proporción 60-30-10 entre calcio, magnesio y potasio. *Derecha*. Parcela fertilizada con la relación de bases de 80-15-5, pág 12.

**Back cover**

The 'amarillamiento-secamiento' disorder in oil palm. Western Block, Ecuador, page 1.

El trastorno del 'amarillamiento-secamiento' en palma aceitera. Bloque Occidental, Ecuador, página 8

10-litter trap for *Rhynchophorus palmarum*. Capture for two different treatments (Food source) page 17

Recipiente de 10 litros para trampas de *R. palmarum*. Capturas en dos diferentes fuentes de alimento, página 22.

To all our readers: ASD Oil Palm Papers is open to contributions (papers) related to the oil palm agribusiness.  
A todos nuestros lectores: la publicación ASD Oil Palm Papers, está abierta a contribuciones (artículos)  
relacionados con el cultivo e industria de la palma aceitera

# Relationship between 'amarillamiento-secamiento' of oil palm (*Elaeis guineensis* J.) and equilibrium of bases (Ca, K, Mg) in the Ecuadorian Western Block

Bernal Gustavo, Vega Cristian, Calvache Marcelo, Cevallos Geovanna, Ayala Andrea, Parra Jenny, Guerra Martha, Guañuna Orlando, Morales Rocío and Sánchez Julio

## Abstract

The studies and observations of the so-called 'amarillamiento-secamiento' [yellowing and drying] disorder in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) carried out over more than two decades in Ecuador, indicate that it is related to certain nutritional deficiencies. The "Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera - ANCUPA", with the collaboration of the "Centro de Investigación en Palma Aceitera - CIPAL" carried out a five year study to learn more on this disorder. Studies were done in CIPAL, in La Concordia, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. The objective was to determine the effect of three cationic relationships on oil palm vegetative growth and yield (fresh fruit and oil) in plots with and without irrigation. Information was also taken on the incidence and severity of the disorder known locally as 'amarillamiento-secamiento'. The variety used was Deli x Ghana from ASD de Costa Rica.

Three percentage relationships between calcium, magnesium and potassium (60-30-10, 70-20-10, 80-15-5) were used. Information on soil nutrient content in zones within the western palm block of Ecuador was used to complement the data.

It was concluded that the "amarillamiento-secamiento" of oil palm in the study zone was clearly associated with an imbalance among calcium, magnesium and potassium. The palms that were fertilized with a 60-30-10 relationship did not show symptoms of the problem and their vegetative growth and fresh fruit production was superior.

## Introduction

A reason for low yields in commercial oil palm plantations in Ecuador is an inadequate nutrition management, which is a common situation in the western block that includes Quinindé, Puerto Quito, La Unión, La Concordia, Santo Domingo and Quevedo. In this region there are about 191,000 hectares planted (Naranjo & Burgos 2013), in which it is normal to see palms showing the symptoms known as

*amarillamiento-secamiento* (AS: Fig. 1), a disorder that can affect all the palms in a plot but with variable severity. This disorder includes premature chlorosis of the lower leaves, which progresses to encompass increasingly younger leaves. The result is tissue necrosis and a considerable drop in productive potential; this can also occur in early stages of the crop.



Fig. 1. The 'amarillamiento-secamiento' disorder in oil palm. Western Block, Ecuador. (Back cover)

Several studies and observations of this disorder done over more than two decades, mainly by the National Institute for Agricultural Research (*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP*), established a clear relationship with some nutritional deficiencies, but there are no studies that show a relationship with the known antagonism among calcium, magnesium and potassium bases.

Because the symptoms resemble a magnesium deficiency, attempts were made to correct them initially with the application of this element with no conclusive results (Van Slobbe 1988, 1992; Martínez 1989). Therefore, other researchers (Cevallos & Calvache 2008, Calvache 2008) indicated the importance of taking into account the relationships between Ca, Mg and K, as mentioned in the literature on plant nutrition (Malavolta 1994, León 1998, Ayala et. al., 2010).

The 'ideal' relationship between calcium, magnesium and potassium cations in the soil has not been clearly determined, but it is probably near 2.0:1.0:0.3 (60% Ca-30% Mg-10% K) (León 1998). According to this argument, it is estimated that the relationships between cations in the study region (Quinindé, Santo Domingo and Quevedo), show an imbalance (Table 1) that could be associated with the AS.

Zone	Cationic balance			Cationic balance			Total
	Ca	Mg	K	Ca	Mg	K	
	meq/100g	meq/100g	meq/100g	%	%	%	%
Quinindé	5.00	1.00	0.37	78.49	15.70	5.81	100.00
Puerto Quito	3.30	0.80	0.23	76.21	18.48	5.31	100.00
La Unión	2.60	1.10	0.08	68.78	29.10	2.12	100.00
La Concordia	3.40	0.88	0.35	73.43	19.01	7.56	100.00
Santo Domingo	2.70	0.75	0.25	72.97	20.27	6.76	100.00
Quevedo	8.30	0.96	0.57	84.45	9.74	5.80	100.00

Source: ANCUPA soil analysis database

Related to these soil nutrient imbalances, excessive and deficient values of bases were also found in oil palm foliage. In every case there was an excess of calcium and deficiencies of magnesium or potassium (Fig. 2).

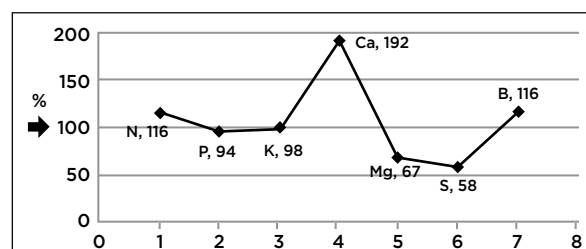
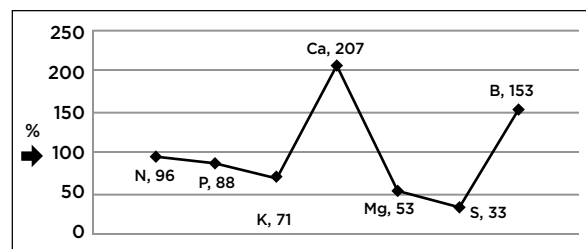


Fig. 2. Balance index (Munevar 2009) for two oil palm plantations in the Western Block.

With this background, through an agreement with the Faculty of Agricultural Sciences of the Central University of Ecuador, ANCUPA conducted a five-year study (July 2006-June 2011) at the Oil Palm Research Center (CIPAL) to determine the effect of three cationic relationships in oil palm plots with and without irrigation, on vegetative growth, production, and the AS in the crop.

## Methodology

CIPAL's experimental station is located at Km 37.5 of the Santo Domingo-Quinindé road, Santo Domingo de los Tsáchilas, La Concordia, Ecuador. Elevation at this site is 264 masl, with an average temperature of 24.2°C, 626 hours of sunlight, 87.76% relative humidity and 2881.2 mm of annual rainfall.

The Deli x Ghana variety (ASD Costa Rica) was planted in 2005 in plots set up with or without irrigation supplementary to natural precipitation. The plots (24 palms: eight for the experimental unit) were distributed in a split plot arrangement with three replications. Large plot had (or not) irrigation and the small plots received fertilization with cationic relationships in three percent proportions of calcium, magnesium, and potassium ratios: 60-30-10, 70-20-10 and 80-15-5. Data from the cationic relationships were compared using the Tukey test (5%), and the least significant difference (5%) was used to compare the irrigation effect.

The variables evaluated were stem base diameter, plant height, leaf emission rate, crown diameter, leaf area, sex ratio, fresh fruit yield and oil extraction potential. The first evaluation was done in July 2006, and subsequently every six months until the

completion of the experiment. Every year, samples were taken for analyses of each palm's leaf 9 (first three years) and subsequently leaf 17.

The relationships between bases to be applied as fertilizer were established from the contents in the soil. The CIPAL protocol was used to estimate the need for other elements. Fertilizer sources were calcium oxide (46% Ca), magnesium oxide (30% MgO) and potassium muriate (60% K<sub>2</sub>O). Two applications per year were done in the plots without irrigation and three in those with irrigation.

A spray irrigation system was used and the water sheet applied was determined from daily measurements taken with tensiometers (three in the plots with irrigation and one in the control without irrigation) and two "MC" lysimeters placed in two plots with irrigation (Martínez & Calvache 2006). Maintenance tasks (e.g. weed control and pruning) and phytosanitary tasks were implemented according to the CIPAL protocols. The oil content was determined in a sample of six fruitlets taken from the base, middle and apical parts of a bunch for each treatment, using chloroform for extraction in a Soxhlet extractor.

## Results and Discussion

### Vegetative variables

Stem and canopy diameters and plant height were not affected by the treatments, since these traits have a strong genetic component (Corley & Tinker 2009). However, leaf area was larger in the palms that received 60% Ca, 30% Mg and 10% K during all years of the evaluation and the differences were statistically significant in the fourth year (Table 2). The plants in this treatment did not show visual symptoms of Mg or K deficiencies, nor were the characteristic symptoms of *amarillamiento-secamiento* observed. The presence of a larger number of physiologically active leaves in this treatment was an indication that the plants did not have

significant nutritional deficiencies that would provoke premature death (Revelo 2002), leading one to expect better productive behavior (Motta & García 2000).

Table 2. Leaf area as a response to fertilization using three base relationships in the soil					
Cationic relationship: % for Ca, Mg & K	Years/leaf area (m <sup>2</sup> )				
	2006-07	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11
60-30-10	68.87 ±8.61	97.90 ±7.03	189.67 ±23.15	232.60 ±23.71b <sup>1</sup>	247.68 ±38.04
70-20-10	63.98 ±5.77	89.36 ±10.43	117.20 ±18.14	245.89 ±59.18a	231.63 ±32.90
80-15-5	64.36 ±11.41	87.19 ±11.86	169.79 ±24.50	200.60 ±38.55c	218.70 ±29.12

<sup>1</sup>Different letters indicate significant differences, Tukey, 5%

Leaf emission rate was little affected by the ratio of bases in the fertilization, but this tended to be higher with the 60%-30%-10% ratio for Ca, Mg, K (Table 3). As expected, the number of fully formed leaves was higher in the plots that received irrigation. Revelo (2002) had noted that during dry periods, up to six unopen leaves (spears) could be found.

**Table 3.** Leaf emission rate according to base application (Ca, Mg, K) in different proportions

Cationic relationship: % Ca, Mg & K	Years/leaves per month				
	2006-07	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11
60-30-10	2.69 ±0.23	2.15 ±0.11	2.22 ±0.06	2.07 ±0.05	1.96 ±0.07
70-20-10	2.52 ±0.10	2.16 ±0.08	2.21 ±0.08	2.12 ±0.08	1.94 ±0.05
80-15-5	2.47 ±0.16	2.01 ±0.19	2.14 ±0.09	2.06 ±0.07	1.89 ±0.07

#### Fresh fruit yield and oil extraction rate potential

The production of fresh fruit was higher in the treatment with a 60-30-10 ratio of Ca, Mg, K (Table 4). Similarly, yields were higher in plots receiving irrigation (Table 5).

**Table 4.** Fresh fruit yield (annual and accumulated over five years) according to the three calcium, magnesium and potassium base ratios

Relationship between Ca, Mg & K (%)	Annual yield (t/ha/year <sup>1</sup> )				
	2006-07	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11
60-30-10	1.25 ±0.79	14.41 ±2.23	18.14 ±1.11a <sup>3</sup>	24.03 ±6.76	16.37 ±1.76
70-20-10	1.10 ±0.57	11.94 ±1.85	14.92 ±0.81b	21.53 ±3.29	15.28 ±4.51
80-15-5	1.16 ±0.53	11.87 ±3.04	20.27 ±0.69c	20.27 ±4.10	14.82 ±3.82
Accumulated yield in five years					
60-30-10	1.25 ±0.79	15.66 ±2.28	33.80 ±3.04a	57.83 ±9.02a	74.20 ±10.07a
70-20-10	1.10 ±0.57	13.04 ±2.07	27.96 ±1.80b	49.49 ±4.51b	64.77 ±8.10b
80-15-5	1.16 ±0.53	13.03 ±3.27	25.39 ±3.59b	45.66 ±7.13b	60.48 ±9.40b

Identical letters indicate statistically non-significant differences, Tukey 5%.

In a similar study done by Martínez et. al. (2013) at La Concordia, to compare the performance of three commercial oil palm varieties with and without irrigation, the increase in productivity due to irrigation was also evident, as the outcome of a larger number of bunches and above all, their increased average weight.

The positive yield response to the application of irrigation in oil palm has also been documented in Ivory Coast, Thailand and Malaysia (Corley cited by Granda, 2002, Tittinutchanon et al. 2000). In Ecuador (Quevedo), Mite et al. (1999) found yield increases of five tons of fresh fruit bunches/ha/year when irrigation was applied during the dry season; this occurred despite the availability of only 870 hours of sunshine/year at the experimental site.

Laboratory oil extraction (28.87%) was higher in the treatment with the 60-30-10 ratio of calcium, magnesium and potassium. In the treatments with 70-20-10 and 80-15-5 ratios, oil extraction was 24.15 and 24.42%, respectively.

**Table 5.** Accumulated yield during five years in oil palm plots with and without irrigation and fertilized with one of three Ca, Mg and K base ratios

Cationic relationship: % Ca, Mg, K	Plots with irrigation	Plots without irrigation
60-30-10	82.50	65.90
70-20-10	69.64	59.89
80-15-5	67.44	53.52

Fertilizer application for the 60-30-10 ratio of calcium, magnesium and potassium also had a beneficial effect on the balance of these elements in the soil at the end of the experiment (Table 6).

**Table 6.** Contents of calcium, magnesium and potassium in the soil at the start and end of a five-year study on oil palm where fertilizer was applied in a 60-30-10 ratio of these elements

	Year 2006		Year 2011	
	(meq/100 g)	Cationic relationship (%)	(meq/100 g)	Cationic relationship (%)
Calcium	8,5	84,92%	4,3	62,32%
Magnesium	1,3	12,99%	2,1	30,43%
Potassium	0,2	2,10%	0,5	7,25%

#### Phytosanitary aspects

The appearance and health of the palms that received fertilizer with a 60-30-10 ratio of calcium, magnesium and potassium bases was the best. Plant losses in the experimental units due to different causes was also reduced (4.64% compared with 8.86% and 5.26% in plots with the ratios 80-15-5 and 70-20-10 respectively). This result is consistent with expectations, since balanced nutrition is associated

with improved response capacity to diverse phytosanitary problems. The cationic imbalance in the plant was also associated with an increase in the concentration of sugars and amino acids in leaf tissue, which may be more attractive to several pests and pathogens (Marschner 1995). Muñoz (2002) and Chinchilla (2004) associated a higher incidence of phytosanitary problems in oil palm when potassium, calcium and magnesium were not in equilibrium.

The incidence and severity of the AS condition was notoriously lower in palms that received the 60-30-10 ratio of calcium, magnesium and potassium and many palms did not show either of the two symptoms. (Front cover)



Fig. 3. *Left.* Palms in a plot that received fertilizer with a 60-30-10 ratio of calcium, magnesium and potassium. *Right.* Plot fertilized with an 80-15-5 ratio of bases.

Excess potassium in the soil reduces the uptake of magnesium by the plant (Wild 1988). Moreover, magnesium deficiency can be induced by excess liming. These and other situations that create imbalances between bases can lead to the appearance of a disorder like the AS on a large scale.

### Financial analysis

The cost-benefit relationship was higher (Table 7) when fertilizer was applied in a 60-30-10 ratio of calcium, magnesium and potassium, as this improved productivity and reduced or prevented the appearance of AS and other phytosanitary problems.

Table 7. Cost-benefit relationship of oil palm fertilization considering equilibrium among bases				
Cost-benefit relationship				
Cationic relationship (%): Ca, Mg, K	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5
60-30-10	1.56	1.76	3.05	2.12
70-20-10	1.28	1.13	2.60	1.99
80-15-5	1.48	1.01	3.07	2.02

## Conclusions and Recommendations

The results of this five-year study, complemented by information on the normal content of bases (calcium, magnesium and potassium) in the soils of zones within the Western palm-growing block of Ecuador, allows us to conclude that the oil palm condition known as *amarillamiento-secamiento* was clearly associated with an imbalance among these elements in the soil. Therefore, fertilization programs should consider the existing relationships in the soil so that imbalances be corrected. Otherwise, there is a risk of exacerbating an existing imbalance with the consequent negative effect on crop yields and health.

It can be argued that the relationship between calcium, magnesium and potassium should be close to a 60-30-10 ratio, because the plants that received fertilizer with these proportions had a healthier appearance, better vegetative growth, higher fresh

fruit production and higher oil content in the fruit. At the end of the experiment, the relationship between bases in the soil in these plots also approached the desired value.

There are several adverse factors in the study area that may exacerbate the problem of nutrient uptake by the plant and they are undoubtedly associated with a higher incidence and severity of *amarillamiento-secamiento*. In particular, the problem is worse during prolonged dry periods with low temperatures and high levels of cloudiness. These factors, separately or combined, cause lower nutrient absorption or absorption at levels inadequate for the plant; in particular when the soil already has major imbalances among nutrients. Temperatures as low as 16° C were recorded in the study area (CIPAL weather station).

General agronomic management of the plantations and particularly the soils are also significant factors to take into consideration, because compaction and the lack of a suitable drainage network and its maintenance cause the deterioration of the root system due to conditions of low oxygen availability (hypoxia). Finally, it is possible that the genetic

variability present in illegitimate materials used by some farmers is worsening the problem.

***Acknowledgements.*** *The authors are grateful for the collaboration of the Faculty of Sciences Agricultural of the Central University of Ecuador and Engineer Julio Sánchez for his support in the statistical analyses.*



## Literature

- Ayala A., Calvache M., Lalama M. 2010/ Parra J., Calvache M., Lalama M. y Morales R. 2010. Evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en palma Aceitera (*Elaeis guineensis* J.) en condiciones de riego y sin riego. La Concordia, Esmeraldas. Rumipamba. (Dos documentos con diferente paginación)
- Calvache M. 2008. Fertirrigación en palma aceitera. In. Memorias del Sem. Intern. Nutrición y manejo de la palma aceitera. Sto. Domingo de los Tsáchilas, EC: IPNI-SECS. 1 disco compacto, 8mm.
- Cevallos G., Calvache M. 2008/ Guerra M. 2011/ Guañuna O. 2012. Evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en palma aceitera (*Elaeis guineensis* J.) en condiciones de riego y sin riego. La Concordia. Tesis Ing. Agr. Quito: Univ. Central del Ecuador, Fac. Ciencias Agríc. 115 p. (tres tesis con diferente paginación)
- Corley R.H.V. y Tinker P.B. 2009. La palma de aceite. Trad. Maldonado, E; Maldonado F. 4ed. Santa Fé de Bogotá, CO. Molher Impresores. 604 p.
- Chinchilla C. 2004. Curso internacional de palma aceitera, ASD de Costa Rica. Costa Rica. Semillas y clones de palma de alto rendimiento. Ago.-Sep. 2004. Enfermedades de la palma aceitera. PC y trastornos similares. p.p. 25-29.
- Granda E. 2002. Aspectos prácticos sobre el manejo de riego en una plantación de palma de aceite de la Costa Norte de Colombia. El Palmicultor (Ecuador), 15: 39-40
- Lema V. 2008/ Reinoso V. 2009/ Camacho O. 2011/ Reyes S. 2012. Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos *tenera* de palma aceitera (*Elaeis guineensis* J.) de diferentes orígenes. La Concordia. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas (Cuatro documentos de tesis con diferente paginación)
- León, A. 1998. Capacidad de intercambio catiónico y química de las bases del suelo, en: Ciclo de cursos de actualización de conocimientos sobre suelos con aplicación en el cultivo de palma de aceite. Principales características del suelo. CENIPALMA, Bogotá, Colombia. p. 34-45
- Malavolta, E. 1994. Diagnóstico foliar: En Silva, F. (Ed) Fertilidad de suelos: Diagnóstico y control. Soc. Col. Sci. Suelo. Bogotá, Colombia. p. 59-68
- Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, UK. 889 pp.
- Martínez G. 1989. Proyecto de reactivación de la investigación en palma africana de Santo Domingo (Ecuador). En: Proyecto de cooperación ANCUPA-CIRAD. Junio de 1995.
- Martínez O., Calvache M. 2006/ Vega 2010. Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos *tenera* de palma aceitera (*Elaeis guineensis* J.) de diferentes orígenes. La Concordia. Rumipamba (Dos documentos con diferente paginación)
- Martínez O., Hidalgo D., Lema V., Reinoso V., Camacho O., Reyes S., Morales R., Calvache M., Bernal G y Vega C. 2013. Respuesta al riego (crecimiento y producción) de tres variedades de palma aceitera (*Elaeis guineensis* J.) en la zona de La Concordia, Ecuador. ASD Oil Palm Papers (Costa Rica), 40: 33-42
- Mite F. 2008. Taller Internac. sobre nutrición y manejo de palma aceitera. Santo Domingo de los Tsáchilas (Ecuador).
- Mite F., Carrillo M. y Espinoza J. 1999. Influencia de la fertilización y el riego sobre el desarrollo, nutrición y rendimiento de la palma africana en la zona de Quevedo. El Palmicultor (Ecuador), 12:17 – 19
- Muñoz D. 2002. El plan integral de nutrición en la palma de aceite. El Palmicultor (Ecuador), 15: 53-57
- Motta D., García J. 2000. Efecto de la poda en el desempeño fisiológico y productivo de la palma de aceite en la zona Norte Colombiana. Palmas (Colombia), 21: 43
- Munevar F. 2009. Interpretación y utilidad de los análisis foliares y de suelos en la palmicultura. Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Memorias del seminario sobre el manejo del suelo y nutrición en palma.
- Naranjo F y Burgos R. 2013. Ecuador, país palmicultor. Palma (Ecuador), 20: 20-30
- Revelo M. 2002. Palmicultura moderna: orientación para productores y empresarios. Bogotá, CO. Galrobayo edición. v. 1 p. 117
- Tittinutchanon P., Smith B.G. y Corley R.H.V. 2000. Riego de las palmas de aceite en el sur de Tailandia. Palmas (Colombia), 21: 233-241 (n° especial)
- Van Slobbe W.G. 1988. 'Amarillamiento', un trastorno de la palma africana y algunos otros problemas fitosanitarios, en Ecuador Occidental. Resultados de la misión de preparación para tres años de asistencia técnica. Proyecto Cooperación Técnica Holandesa FOS-N° EC/87/010.
- Van Slobbe W.G. 1992. Proyecto de asistencia técnica para la investigación del disturbio "Amarillamiento de la palma africana en el Ecuador" en cooperación con el gobierno de Holanda. Proyecto HVA-N° 6408, FOS N°EC/87/010. Reporte N° 6.
- Wild A. 1988. Potassium, sodium, calcium, magnesium, sulphur, silicon. In: Russell's Soil Conditions and Plant Growth. Edited by Alan Wild. 11th Ed.

# Relación entre el ‘*amarillamiento-secamiento*’ de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* J.) y el equilibrio de las bases (Ca, K, Mg) en el Bloque Occidental Ecuatoriano

Bernal Gustavo, Vega Cristian, Calvache Marcelo, Cevallos Geovanna, Ayala Andrea, Parra Jenny, Guerra Martha, Guañuna Orlando, Morales Rocío and Sánchez Julio

## Resumen

Los estudios y observaciones sobre el llamado ‘*amarillamiento-secamiento*’ (AS) en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) realizados durante más de dos décadas en Ecuador, indican que está relacionado con deficiencias nutricionales. Sin embargo, no se conocen estudios que tomaran en cuenta el antagonismo entre las bases calcio, magnesio y potasio; por lo cual la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA), con la colaboración de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, realizaron un estudio de cinco años en el Centro de Investigación en Palma Aceitera (CIPAL), en La Concordia, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. El objetivo fue determinar el efecto de tres relaciones catiónicas sobre el crecimiento vegetativo y la producción de la palma aceitera en parcelas con y sin riego. Durante el desarrollo del trabajo también se tomó información sobre la incidencia y severidad del SA. La variedad usada fue Deli x Ghana obtenida de ASD de Costa Rica.

La fertilización se realizó para establecer tres relaciones porcentuales entre el calcio, el magnesio y el potasio: 60-30-10, 70-20-10 y 80-15-5. Los resultados fueron complementados con información de los contenidos de nutrientes en el suelo en las zonas dentro del bloque occidental palmero del Ecuador.

Se concluyó que el AS de la palma aceitera en la zona de estudio estaba claramente asociado con un desequilibrio entre las bases calcio, magnesio y potasio. Las palmas que fueron fertilizadas con una relación 60-30-10 no mostraron síntomas del problema y su crecimiento vegetativo y producción de RFF fue superior.

## Introducción

Una de las causas de baja productividad de la palma aceitera en Ecuador es el manejo inadecuado de la nutrición; lo cual es una situación común en el bloque occidental que incluye Quinindé, Puerto Quito, La Unión, La Concordia, Santo Domingo y Quevedo. En esta región existen cerca de 191 000 ha plantadas (Naranjo y Burgos 2013), en las cuales es normal observar palmas con el síntoma conocido como

‘*amarillamiento-secamiento*’ (Fig. 1), que puede llegar a afectar todas las palmas de un lote, aunque con diferente severidad. Este desorden incluye la clorosis prematura de las hojas bajas, la cual progresa abarcando hojas cada vez más jóvenes. El resultado final es la necrosis del tejido y una baja considerable en el potencial productivo; lo cual puede ocurrir incluso en etapas tempranas del cultivo.



Fig. 1. El trastorno del ‘*amarillamiento-secamiento*’ en palma aceitera. Bloque Occidental, Ecuador. (Back cover)

Varios estudios y observaciones de este trastorno realizados por más de dos décadas, principalmente por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), permitieron establecer una clara relación con algunas deficiencias nutricionales, pero no hay estudios que pudieran establecer alguna relación con el antagonismo conocido entre las bases calcio, magnesio y potasio.

Debido a que los síntomas asemejan una deficiencia de magnesio, inicialmente se trató de corregirlos con la aplicación de este elemento sin resultados concluyentes (Van Slobbe 1988, 1992; Martínez 1989). Por consiguiente, otros investigadores (Cevallos y Calvache 2008, Calvache 2008) indicaron la importancia de tomar en cuenta las relaciones entre las bases Ca, Mg y K, según se menciona en la literatura sobre nutrición de plantas (Malavolta 1994, León 1998, Ayala et. al., 2010).

La relación 'ideal' entre los cationes calcio, magnesio y potasio en el suelo no está claramente determinada, pero se sugiere que debe ser cercana de 2.0:1.0:0.3 (60% Ca-30% Mg-10% K) (León 1998). De acuerdo con este argumento, se estima que las relaciones entre cationes en la región de estudio comprendida entre Quinindé, Santo Domingo y Quevedo, están en desequilibrio (Cuadro 1) y pueden estar asociadas con el problema del 'amarillamiento-secamiento' (AS).

Zona	Balance catiónico						Total
	Ca	Mg	K	Ca	Mg	K	
	meq/100g	meq/100g	meq/100g	%	%	%	
Quinindé	5.00	1.00	0.37	78.49	15.70	5.81	100.00
Puerto Quito	3.30	0.80	0.23	76.21	18.48	5.31	100.00
La Unión	2.60	1.10	0.08	68.78	29.10	2.12	100.00
La Concordia	3.40	0.88	0.35	73.43	19.01	7.56	100.00
Santo Domingo	2.70	0.75	0.25	72.97	20.27	6.76	100.00
Quevedo	8.30	0.96	0.57	84.45	9.74	5.80	100.00

Fuente: Base de datos de análisis de suelo de ANCUPA

Relacionado con estos desequilibrios de nutrientes en el suelo, también se encontró valores excesivos y deficiencias de bases en el follaje de la palma aceitera. En todos los casos hubo un exceso de calcio y deficiencias de magnesio o potasio (Fig. 2).

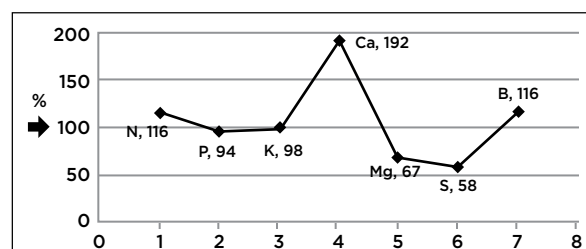
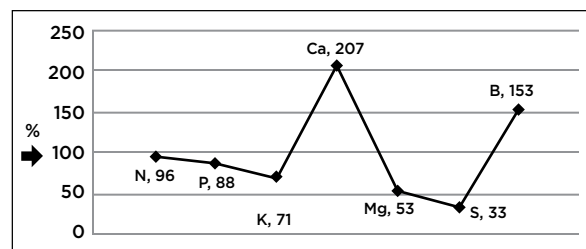


Fig. 2. Índices de balance (Munevar 2009) correspondientes a dos plantaciones ubicadas en el Bloque Occidental.

Con estos antecedentes, ANCUPA en convenio con la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, realizó un estudio por cinco años (julio 2006-junio 2011), en el Centro de Investigación en Palma Aceitera (CIPAL), con el objetivo de determinar el efecto de tres relaciones catiónicas en parcelas con y sin riego, sobre el crecimiento vegetativo, la producción, y el AS del cultivo.

## Metodología

La investigación se desarrolló en el CIPAL de la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA), ubicada en el km 37,5 de la vía Santo Domingo-Quinindé, Santo Domingo de los Tsáchilas, La Concordia, Ecuador. En ese sitio la altitud es de 264 msnm, la temperatura promedio de 24.2°C, la heleofanía de 626 horas/luz, la humedad relativa 87.76% y la precipitación pluvial anual de 2881.2 mm.

La variedad Deli x Ghana (ASD Costa Rica) fue sembrada en el año 2005 en parcelas acondicionadas para recibir o no riego suplementario a la precipitación natural. Las parcelas (24 palmas: 8 palmas útiles) se distribuyeron según un arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones; donde la parcela grande fue la aplicación o no de riego, y las pequeñas las relaciones catiónicas que fueron tres proporciones porcentuales de calcio, magnesio, y potasio: 60-30-10, 70-20-10 y 80-15-5. Los resultados para las relaciones catiónicas fueron comparados con la prueba de Tukey (5%) y para el efecto del riego con la diferencia mínima significativa (5%).

Las variables evaluadas fueron el diámetro de la base del tallo, la altura de la planta, la tasa de emisión foliar, el diámetro de la corona foliar, el área foliar, la relación de sexo, el rendimiento de fruta fresca y la extracción potencial de aceite. La

primera evaluación se realizó en el mes de julio de 2006 y, posteriormente, cada seis meses hasta la culminación del experimento. Cada año, se tomó muestras para análisis de las hojas nueve (primeros tres años) y 17 posteriormente.

Las relaciones entre bases para aplicar como fertilizante se establecieron a partir de los contenidos en el suelo. Para estimar la necesidad de otros elementos se utilizó el protocolo del CIPAL. Las fuentes de bases fueron el óxido de calcio (46% Ca), óxido de magnesio (30% MgO) y muriato de potasio (60% K<sub>2</sub>O). Se hicieron dos aplicaciones por año en las parcelas sin riego y tres en aquellas con riego.

Se utilizó un sistema de riego por aspersion y la lámina aplicada se determinó a partir de medidas diarias con tensiómetros (tres en las parcelas con riego y uno en el testigo sin riego) y dos lisímetros "MC" ubicados en dos parcelas con riego (Martínez y Calvache 2006). Las labores de mantenimiento (ej. chapias y coronas) y labores fitosanitarias se ejecutaron siguiendo los protocolos del CIPAL. El contenido de aceite se determinó, en una muestra de seis frutos tomados de la base, parte media y apical de un racimo para cada tratamiento, mediante extracción con cloroformo en un extractor Soxhlet.

## Resultados y Discusión

### Variabes vegetativas

El diámetro del tallo y de la corona foliar y la altura de la planta no fueron afectados por los tratamientos, pues estas características tienen un fuerte componente genético (Corley y Tinker 2009). Sin embargo, el área foliar fue mayor en las palmas que recibieron una proporción de 60% Ca, 30% Mg y 10% K durante todos los años de evaluación, y las diferencias fueron estadísticamente significativas en el cuarto año (Cuadro 2). Las plantas en este tratamiento no mostraron síntomas visuales de deficiencias de Mg o K, ni tampoco se observó los síntomas característicos del '*amarillamiento-secamiento*'. La presencia de una mayor cantidad de hojas fisiológicamente activas en este tratamiento indicación de que las plantas no tenían

deficiencias nutricionales importantes que ocasionaran una muerte prematura (Revelo 2002), por lo cual se podría esperar un mejor comportamiento productivo (Motta y García 2000).

**Cuadro 2.** Área foliar como respuesta a la fertilización utilizando tres relaciones entre bases en el suelo

Relación catiónica: % de Ca, Mg y K	Años/área foliar (m <sup>2</sup> )				
	2006-07	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11
60-30-10	68.87 ±8.61	97.90 ±7.03	189.67 ±23.15	232.60 ±23.71 <sup>b</sup>	247.68 ±38.04
70-20-10	63.98 ±5.77	89.36 ±10.43	117.20 ±18.14	245.89 ±59.18 <sup>a</sup>	231.63 ±32.90
80-15-5	64.36 ±11.41	87.19 ±11.86	169.79 ±24.50	200.60 ±38.55 <sup>c</sup>	218.70 ±29.12

<sup>1</sup> Letras diferentes indican diferencias significativas, Tukey, 5%

La tasa de emisión foliar fue poco afectada por la proporción entre bases en la fertilización, pero esta mostró una tendencia a ser mayor con la proporción 60%-30%-10% de Ca, Mg, K (Cuadro 3). Como era esperable, el número de hojas abiertas fue mayor en las parcelas que recibieron riego. Revelo (2002) había anotado que en los periodos secos podían encontrarse hasta seis hojas desarrolladas sin abrir (flechas).

<b>Cuadro 3.</b> Tasa de emisión foliar según la aplicación de bases (Ca, Mg, K) en diferentes proporciones					
Relación catiónica: % de Ca, Mg y K	Años/hojas por mes				
	2006-07	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11
60-30-10	2.69 ±0.23	2.15 ±0.11	2.22 ±0.06	2.07 ±0.05	1.96 ±0.07
70-20-10	2.52 ±0.10	2.16 ±0.08	2.21 ±0.08	2.12 ±0.08	1.94 ±0.05
80-15-5	2.47 ±0.16	2.01 ±0.19	2.14 ±0.09	2.06 ±0.07	1.89 ±0.07

#### Rendimiento de fruta fresca y tasa potencial de extracción de aceite

La producción de fruta fresca fue mayor en el tratamiento con una proporción de Ca, Mg, K de 60-30-10 (Cuadro 4). De igual manera, el rendimiento fue mayor en las parcelas que recibieron riego (Cuadro 5).

<b>Cuadro 4.</b> Rendimiento de fruta fresca (anual y acumulado durante cinco años) según las tres proporciones entre las bases calcio, magnesio y potasio					
Relación entre Ca, Mg y K (%)	Rendimiento anual (t/ha/año <sup>1</sup> )				
	2006-07	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11
60-30-10	1.25 ±0.79	14.41 ±2.23	18.14 ±1.11a <sup>2</sup>	24.03 ±6.76	16.37 ±1.76
70-20-10	1.10 ±0.57	11.94 ±1.85	14.92 ±0.81b	21.53 ±3.29	15.28 ±4.51
80-15-5	1.16 ±0.53	11.87 ±3.04	20.27 ±0.69c	20.27 ±4.10	14.82 ±3.82
Rendimiento acumulado en cinco años					
60-30-10	1.25 ±0.79	15.66 ±2.28	33.80 ±3.04a	57.83 ±9.02a	74.20 ±10.07a
70-20-10	1.10 ±0.57	13.04 ±2.07	27.96 ±1.80b	49.49 ±4.51b	64.77 ±8.10b
80-15-5	1.16 ±0.53	13.03 ±3.27	25.39 ±3.59b	45.66 ±7.13b	60.48 ±9.40b

Letras iguales indican diferencias estadísticamente no significativas, Tukey 5%.

En un estudio similar realizado por Martínez et. al. (2013) en La Concordia, en el que se comparó el desempeño de tres variedades comerciales de palma aceitera con y sin aplicación de riego, también fue claro el aumento en la productividad debido al riego, producto de un mayor número de racimos y sobre todo, al incremento del peso promedio de los mismos.

La respuesta positiva en rendimiento a la aplicación de riego en palma aceitera, ha sido documentada también en Costa de Marfil, Tailandia y Malasia (Corley citado por Granda, 2002, Tittinutchanon et al. 2000. En Ecuador (Quevedo), Mite et al. (1999) encontraron incrementos de rendimiento de 5 t de racimos de fruta fresca/ha/año cuando se aplicó riego durante la época seca; lo cual ocurrió a pesar de existir una disponibilidad de solo 870 horas de brillo solar/año en el sitio experimental.

La extracción de aceite en laboratorio (28,87%) fue mayor en el tratamiento con la proporción 60-30-10 entre calcio, magnesio y potasio. En los tratamientos con 70-20-10 y 80-15-5 fue de 24,15 y 24,42 %, respectivamente.

<b>Cuadro 5.</b> Rendimiento acumulado durante cinco años en parcelas de palma aceitera con y sin riego y fertilizadas con una de tres proporciones entre las bases Ca, Mg y K		
Relación catiónica: % de Ca, Mg, K	Parcelas con riego	Parcelas sin riego
60-30-10	82.50	65.90
70-20-10	69.64	59.89
80-15-5	67.44	53.52

La aplicación de fertilizante para la proporción 60-30-10 entre calcio, magnesio y potasio también tuvo un efecto beneficioso en el balance de estos elementos en el suelo al final del experimento (Cuadro 6).

<b>Cuadro 6.</b> Contenidos de calcio, magnesio y potasio en el suelo al inicio y final de un estudio de cinco años en palma aceitera donde se aplicó fertilizante en una proporción de 60-30-10 entre estos elementos				
	Año 2006		Año 2011	
	(meq/100 g)	Relación catiónica (%)	(meq/100 g)	Relación catiónica (%)
Calcio	8,5	84,92%	4,3	62,32%
Magnesio	1,3	12,99%	2,1	30,43%
Potasio	0,2	2,10%	0,5	7,25%

#### Aspectos fitosanitarios

La apariencia y sanidad de las palmas que recibieron fertilizante con una proporción entre las bases calcio, magnesio y potasio de 60-30-10 fue la mejor y ello se reflejó en una menor pérdida de plantas útiles (4,64%) debido a diferentes problemas, a lo largo de los cinco años que duró el estudio (la pérdida de palmas en los tratamientos 80-15-5 y 70-20-10 fue de 8,86 y 5,26% respectivamente). Este resultado concuerda con lo

esperado, puesto que una nutrición equilibrada se asocia con una mejor capacidad de respuesta ante diversos problemas fitosanitarios. El desequilibrio catiónico en la planta también se asocia con un aumento en la concentración de azúcares y aminoácidos en el tejido foliar, el cual es más atractivo para varias plagas y patógenos (Marschner 1995). Muñoz (2002) y Chinchilla (2004) asociaron una mayor incidencia de problemas fitosanitarios en palma aceitera cuando el potasio, el calcio y el magnesio estaban en desequilibrio.

La incidencia y severidad de la condición del 'amarillamiento-secamiento' fue notoriamente menor en las palmas que recibieron la proporción 60-30-10 entre calcio, magnesio y potasio y muchas palmas no mostraron ninguno de los dos síntomas.



Fig. 3. Izquierda. Palmas en una parcela que recibió fertilizante en la proporción 60-30-10 entre calcio, magnesio y potasio. Derecha. Parcela fertilizada con la relación de bases de 80-15-5. (Front cover)

Un exceso de potasio en el suelo reduce la toma de magnesio por la planta Wild (1988). Así mismo, se puede inducir una deficiencia de magnesio por excesos en el encalado. Esta y otras situaciones que crean desequilibrios entre las bases, pueden conducir a la aparición de un desorden como el 'amarillamiento-secamiento' en gran escala.

### Análisis financiero

La relación beneficio/costo fue mayor (Cuadro 7) cuando se aplicó fertilizante en una proporción 60-30-10 entre calcio, magnesio y potasio, ya que esto mejoró la productividad y redujo o evitó la aparición del 'amarillamiento-secamiento' y también de otros problemas fitosanitarios.

Cuadro 7. Relación beneficio/costo de la fertilización de palma aceitera considerando el equilibrio entre bases				
Relación beneficio/costo				
Relación catiónica (%): Ca, Mg, K	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
60-30-10	1.56	1.76	3.05	2.12
70-20-10	1.28	1.13	2.60	1.99
80-15-5	1.48	1.01	3.07	2.02

## Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados de este estudio de cinco años de duración, complementados con la información de los contenidos normales de bases (calcio, magnesio y potasio) en los suelos de las zonas dentro del Bloque Occidental palmero del Ecuador (Quinindé, Puerto Quito, La Unión, La Concordia, Santo Domingo y Quevedo), permiten concluir que la condición de la palma aceitera conocida como 'amarillamiento-secamiento' está claramente asociada con un desequilibrio entre el calcio, el magnesio y el potasio en esos suelos. Por consiguiente, los programas de fertilización deben considerar las relaciones existentes en el suelo, de manera que se corrijan los desequilibrios. De no hacerse así, se corre el riesgo de acrecentar cualquier desequilibrio ya existente con el consecuente efecto negativo sobre el rendimiento y la sanidad del cultivo.

Con los resultados de estos experimentos, se puede argumentar que la relación buscada entre calcio, magnesio y potasio debe ser cercana a 60-30-10, ya que las plantas que recibieron fertilizante en esta proporción tenían una apariencia más saludable, mejor crecimiento vegetativo y mayor producción de fruta fresca y mayor contenido de aceite en el fruto. Al final del experimento, la relación entre bases en el suelo en estas parcelas también se acercó al valor buscado.

Existen varios factores climáticos adversos para la palma aceitera en la zona de estudio que agudizan el problema de la toma de nutrientes por parte de la planta y están sin duda asociados con una mayor incidencia y severidad del 'amarillamiento-secamiento'. En particular, el problema es mayor durante periodos secos

prolongados, con bajas temperaturas y alta nubosidad. Estos factores, en forma separada o en conjunto, ocasionan una menor absorción de nutrientes, o bien en proporciones inadecuadas para la planta; en particular cuando ya el suelo presenta desequilibrios importantes entre los nutrientes. En la zona de estudio se registraron temperaturas tan bajas como 16° C (Estación meteorológica del CIPAL).

El manejo agronómico general de las plantaciones y en particular de los suelos son también factores

importantes de tomar en consideración, ya que la compactación y carencia de una red de drenaje adecuada y su mantenimiento causa el deterioro del sistema radical debido a condiciones de baja disponibilidad de oxígeno (hipoxia). Finalmente, es posible que la variabilidad genética presente en material ilegítimo utilizado por algunos agricultores agudice el problema.

***Agradecimientos.** Los autores agradecen la colaboración de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador y al Ingeniero Julio Sánchez por su apoyo en los análisis estadísticos.*

## Literatura

- Ayala A., Calvache M., Lalama M. 2010/ Parra J., Calvache M., Lalama M. y Morales R. 2010. Evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en palma Aceitera (*Elaeis guineensis* J.) en condiciones de riego y sin riego. La Concordia, Esmeraldas. Rumipamba. (Dos documentos con diferente paginación)
- Calvache M. 2008. Fertirrigación en palma aceitera. In. Memorias del Sem. Intern. Nutrición y manejo de la palma aceitera. Sto. Domingo de los Tsáchilas, EC: IPNI-SECS. 1 disco compacto, 8mm.
- Cevallos G., Calvache M. 2008/ Guerra M. 2011/ Guañuna O. 2012. Evaluación de diferentes relaciones de Ca, Mg y K en palma aceitera (*Elaeis guineensis* J.) en condiciones de riego y sin riego. La Concordia. Tesis Ing. Agr. Quito: Univ. Central del Ecuador, Fac. Ciencias Agríc. 115 p. (tres tesis con diferente paginación)
- Corley R.H.V. y Tinker P.B. 2009. La palma de aceite. Trad. Maldonado, E; Maldonado F. 4ed. Santa Fé de Bogotá, CO. Molher Impresores. 604 p.
- Chinchilla C. 2004. Curso internacional de palma aceitera, ASD de Costa Rica. Costa Rica. Semillas y clones de palma de alto rendimiento. Ago.-Sep. 2004. Enfermedades de la palma aceitera. PC y trastornos similares. p.p. 25-29.
- Granda E. 2002. Aspectos prácticos sobre el manejo de riego en una plantación de palma de aceite de la Costa Norte de Colombia. El Palmicultor (Ecuador), 15: 39-40
- Lema V. 2008/ Reinoso V. 2009/ Camacho O. 2011/ Reyes S. 2012. Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos *tenera* de palma aceitera (*Elaeis guineensis* J.) de diferentes orígenes. La Concordia. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas (Cuatro documentos de tesis con diferente paginación)
- León, A. 1998. Capacidad de intercambio catiónico y química de las bases del suelo, en: Ciclo de cursos de actualización de conocimientos sobre suelos con aplicación en el cultivo de palma de aceite. Principales características del suelo. CENIPALMA, Bogotá, Colombia. p. 34-45
- Malavolta, E. 1994. Diagnóstico foliar: En Silva, F. (Ed) Fertilidad de suelos: Diagnóstico y control. Soc. Col. Sci. Suelo. Bogotá, Colombia. p. 59-68
- Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, UK. 889 pp.
- Martínez G. 1989. Proyecto de reactivación de la investigación en palma africana de Santo Domingo (Ecuador). En: Proyecto de cooperación ANCUPA-CIRAD. Junio de 1995.
- Martínez O., Calvache M. 2006/ Vega 2010. Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos *tenera* de palma aceitera (*Elaeis guineensis* J.) de diferentes orígenes. La Concordia. Rumipamba (Dos documentos con diferente paginación)
- Martínez O., Hidalgo D., Lema V., Reinoso V., Camacho O., Reyes S., Morales R., Calvache M., Bernal G y Vega C. 2013. Respuesta al riego (crecimiento y producción) de tres variedades de palma aceitera (*Elaeis guineensis* J.) en la zona de La Concordia, Ecuador. ASD Oil Palm Papers (Costa Rica), 40: 33-42
- Mite F. 2008. Taller Internac. sobre nutrición y manejo de palma aceitera. Santo Domingo de los Tsáchilas (Ecuador).
- Mite F., Carrillo M. y Espinoza J. 1999. Influencia de la fertilización y el riego sobre el desarrollo, nutrición y rendimiento de la palma africana en la zona de Quevedo. El Palmicultor (Ecuador), 12:17 – 19
- Muñoz D. 2002. El plan integral de nutrición en la palma de aceite. El Palmicultor (Ecuador), 15: 53-57
- Motta D., García J. 2000. Efecto de la poda en el desempeño fisiológico y productivo de la palma de aceite en la zona Norte Colombiana. Palmas (Colombia), 21: 43
- Munevar F. 2009. Interpretación y utilidad de los análisis foliares y de suelos en la palmicultura. Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Memorias del seminario sobre el manejo del suelo y nutrición en palma.
- Naranjo F y Burgos R. 2013. Ecuador, país palmicultor. Palma (Ecuador), 20: 20-30
- Revelo M. 2002. Palmicultura moderna: orientación para productores y empresarios. Bogotá, CO. Galrobayo edición. v. 1 p. 117
- Tittinutchanon P., Smith B.G. y Corley R.H.V. 2000. Riego de las palmas de aceite en el sur de Tailandia. Palmas (Colombia), 21: 233-241 (n° especial)
- Van Slobbe W.G. 1988. ‘Amarillamiento’, un trastorno de la palma africana y algunos otros problemas fitosanitarios, en Ecuador Occidental. Resultados de la misión de preparación para tres años de asistencia técnica. Proyecto Cooperación Técnica Holandesa FOS-N° EC/87/010.
- Van Slobbe W.G. 1992. Proyecto de asistencia técnica para la investigación del disturbio “Amarillamiento de la palma africana en el Ecuador” en cooperación con el gobierno de Holanda. Proyecto HVA-N° 6408, FOS N°EC/87/010. Reporte N° 6.
- Wild A. 1988. Potassium, sodium, calcium, magnesium, sulphur, silicon. In: Russell’s Soil Conditions and Plant Growth. Edited by Alan Wild. 11th Ed.



## TECHNICAL NOTE

## Examination of critical components of *Rhynchophorus palmarum* pheromone traps

C. Rodríguez<sup>1</sup>, A. C. Oehlschlager<sup>1</sup>, C. M. Chinchilla<sup>2</sup>

*Rhynchophorus palmarum* is a serious pest of coconut and oil palms in some countries of Central and South America (Chinchilla 1991) because it vectors the red ring nematode (*Bursaphelenchus cocophilus*) that causes lethal red ring disease (RRD). Attempts to combat RRD by removal of RRD infested palms is only partially effective (Griffith et al. 2005).

In 1991 an aggregation pheromone was identified for *R. palmarum* (Rochat et al. 1991, Oehlschlager et al. 1992) and operational trials showed that traps baited with the pheromone (Rhyngo-Lure®) and fermenting sugarcane removed large numbers of *R. palmarum* from plantations even at very low trap densities (Oehlschlager and Chinchilla 1992). By 1993 it was clear that removal of red ring infested palms coupled with low density pheromone trapping reduced RRD to sub-economic levels (Chinchilla et al 1996, Chinchilla, 2003).

During the next two decades spear rot (known as 'pudrición del cogollo') developed as a serious threat to oil palm in the Americas (Chinchilla et al. 1999). Spear rot can be managed and palms rescued by good soil management that usually include establishment of adequate soil aeration and balanced fertility (Chinchilla and Escobar, 2007). If *R. palmarum* is present in areas with spear rot, weevil attack of spear rot affected palms leaves them in a state from which they cannot recover (Chinchilla, personal observation). Therefore, it is important both for management of both red ring disease and spear rot to maintain as low a population of *R. palmarum* as possible.

Reduction of populations of *R. palmarum* to acceptable levels depends on the efficiency of *R. palmarum* traps, which are baited with pheromone lures and additionally have a food component. The pheromone lure (Rhyngo-Lure®) has been relatively constant over the two decades it has been used. The food component was originally optimized to be several pieces of halved sugarcane stalk, which were recommended to be replaced every 10-15 days depending on moisture. Sugarcane pieces were immersed in a dilute (0.1%) solution of an insecticide that would immobilize arriving insects (Oehlschlager and Chinchilla 1992; Chinchilla, Oehlschlager, González, 1993).

Because sugarcane is not always easily available, molasses (known as 'melaza') and diluted and fermented molasses (known as 'guarapo') have been substituted for sugarcane even though experiments conducted in the early 1990's clearly showed substitution of molasses for sugarcane in a Rhyngo-Lure® baited trap significantly reduced captures (Chinchilla et al 1993, Oehlschlager et al. 1993). In this note, we describe a series of tests to determine the relative trap efficiency of pheromone traps containing sugarcane, molasses and diluted molasses as components.

### Field experiments

**Honduras.** An initial experiment in Honduras examined the effect of adding molasses to Rhyngo-Lure® and sugarcane baited traps. During the first four weeks traps with Rhyngo-Lure®, sugarcane and molasses captured numerically more than traps in which the molasses was omitted from the trap (Fig. 1). At four weeks captures had declined in the Rhyngo-Lure®/sugarcane only traps to 42% of their original capture rate and by the 5th

<sup>1</sup> ChemTica Internacional, Apdo 640, 3100, Sto. Domingo, Heredia, Costa Rica.

<sup>2</sup> Consultant associated with ASD Costa Rica; cmlchinchilla@gmail.com

week capture rates in these traps were only 20% of original values. In Rhyngo-Lure®/sugarcane containing traps that also contained molasses or 7.5% molasses the decline in attractiveness was not as pronounced. After the 5th week traps additionally containing molasses captured 38% of their initial captures and those containing 7.5% molasses maintained 78% of their original capture rate. It was not until the 7th week that efficiency of 7.5% molasses containing traps dropped to less than 50% of their original capture rate. Thus, in this trial, addition of 7.5% molasses to Rhyngo-Lure® and sugarcane containing traps prolonged effectiveness to 6 weeks.

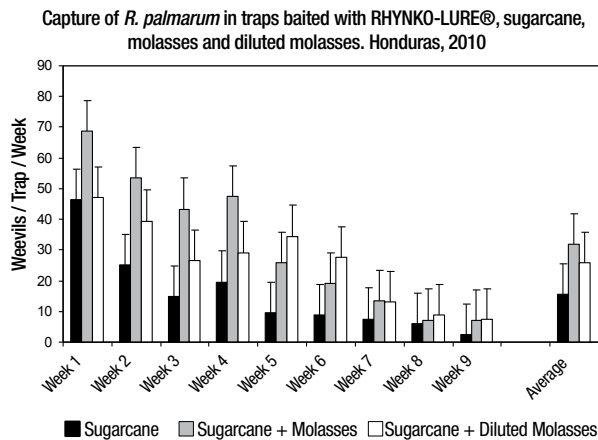


Fig. 1. Traps were plastic gallon traps with windows in the sides and strapped to palms in a palm plantation in Honduras, April 2, 2010. Traps containing Rhyngo-Lure® and 12 pieces of 25 cm long halved sugarcane with Sevin 42 XLR or the same amount of sugarcane and Sevin and additionally 200 mL molasses or the same amount of sugarcane and Sevin and additionally 200 mL of 7.5% molasses in water. Mean and the Standard Error of the Mean presented.  $n = 10$ ,  $df = 2, 9$ . No significant differences between treatments at any date, Bonferonni  $P > 0.95$  pairwise comparisons.

## Costa Rica

**Pocosí, Atlántico.** In 2015 a series of experiments were undertaken in Costa Rica to determine the efficiency of traps with different food baits. There were five treatments: T1) Traps baited with Rynko-Lure®, Weevil Magnet (a slow release formulation of ethyl acetate) and six pieces of 15 cm long halved sugarcane with 50 ml molasses containing 0.1% insecticide. T2). Traps contained the initial ingredients but omitted Weevil Magnet. T3). Traps contained the initial ingredients but omitted Weevil Magnet, sugarcane and Oncol. T4). Traps contained Rhyngo-Lure® and 50 ml of 25% diluted molasses. T5). Traps contained Rhyngo-Lure®, 50 ml of 25% diluted molasses and 5 g of baker's yeast. The molasses

trap used normally in oil palm plantation in Costa Rica (same trap container) baited with Rhyngo-Lure® and one liter of 33% molasses in water and fermented for two days prior to addition to the trap.

In the initial experiment, populations were low and although there was not a statistical difference between captures in traps with and without sugarcane, it was clear that traps containing sugarcane captured more *R. palmarum* than those that did not contain sugarcane (Fig. 2).

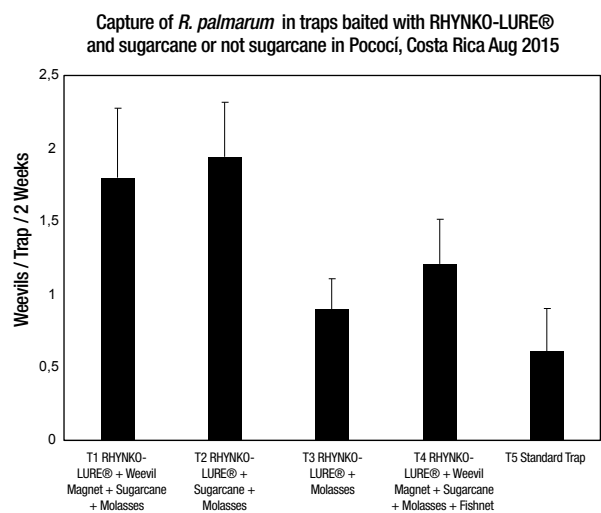


Fig. 2. Traps were placed in an oil palm plantation (Deli x Ghana variety; 143 palms / ha) on July 31, 2015 near Camuro, La Rita, Pocosí, Costa Rica. Traps were plastic gallons with windows in the sides wrapped in plastic mesh sack material. Captures were assessed every week and captures for two weeks added for analysis. Bars are average capture per trap for two weeks and are topped by the Standard Error of the Mean. ANOVA did not reveal significant differences between treatments  $n = 10$ ,  $F = 2.15$   $df = 4, 45$ ,  $p = 0.09$ .

**Paso Canoas.** The next experiment (Fig. 3) was conducted in a highly infested oil palm plantation near Paso Canoas, Puntarenas, Costa Rica. Components in the traps were Rhyngo-Lure®, Weevil Magnet, sugarcane and insecticide containing molasses. There were five treatments. T1). Traps baited with Rhyngo-Lure®, Weevil Magnet and eight pieces of 15 cm long halved sugarcane with 50 ml molasses containing 0.1% of the insecticide Oncol. T2). Traps contained the initial ingredients but omitted Weevil Magnet. T3). Traps contained initial ingredients but omitted Weevil Magnet, sugarcane and Oncol. T4). Traps contained Rhyngo-Lure® and 50 ml of 25% diluted molasses.

T5). Traps contained Rhyngo-Lure®, 50 ml of 25% diluted molasses and 5 g of baker's yeast. The molasses

was fermented for two days before addition to traps for the last two treatments.

When all components were present (T1) captures were significantly better than for any other treatment. Omission of Weevil Magnet but retention of all other ingredients (T2) significantly lowered capture rates (~2X). Omission of insecticide (T3) from the bait mix of the second treatment (T2) decreased capture rates by a further ~3X. Presentation of only Rhyngo-Lure® and either 25% diluted molasses (T4) or diluted molasses with yeast (T5) gave the lowest captures which were reduced by >6X from the optimal trap bait (T1). The latter two treatments are the current practice for many plantations in Costa Rica. It was clear in the trial that omitting sugarcane and insecticide from *R. palmarum* traps significantly reduced efficiency. Since labor is an important component of *R. palmarum* trapping programs omission of either sugarcane or insecticide from *R. palmarum* traps in an operational program is not justified.

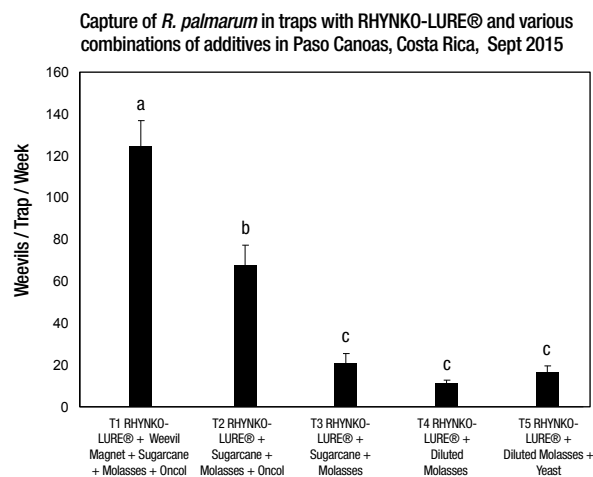


Fig. 3. Traps were placed in an adult oil palm plantation near Paso Canoas, Puntarenas, Costa Rica on August 21, 2015. Traps were 10 liter plastic containers with windows wrapped in plastic mesh sack material. Captures were assessed one week. Bars are average capture per trap and are topped by the Standard Error of the Mean. Error bars topped by different letters are significantly different in ANOVA analysis  $n = 10$ ,  $F = 8.5$   $df = 4, 45$ ,  $p < 0.01$ , Bonferroni  $P < 0.05$ .



Fig. 4. Details of a 10-liter trap. Right: weevil captures for two different treatments. (Back cover)

**Coto, zona sur.** In a subsequent trial (Fig. 5) capture of *R. palmarum* in traps containing Rhyngo-Lure® and food components were compared to those without Rhyngo-Lure®. There were five treatments. The T1 treatment contained traps baited with Rhyngo-Lure®, Weevil Magnet and eight pieces of 15 cm long halved sugarcane with 50 ml molasses containing 0.1% of insecticide Oncol. The T2 treatment contained traps baited according to a Colombian protocol: same ingredients as the first treatment, but small pieces of sugarcane and the molasses -120 ml, 66%- were placed in a plastic bottle with holes suspended above the bottom of the trap. A kitchen sponge containing insecticide -Oncol, 0.1%- was placed in the bottom of the trap. Pheromone (Rhyngo-Lure®) was omitted from the next three treatments. The T3 treatment contained Weevil Magnet, eight pieces of 15 cm long sugarcane and 50 ml of molasses with 0.1% Oncol. The T4 treatment traps contained eight pieces of 15 cm long sugarcane and 50 ml of molasses with 0.1% Oncol. The T5 traps contained one liter of 66% diluted molasses ('Guarapo'). The molasses was fermented for two days before addition to traps for the last treatment.

Traps without Rhyngo-Lure® performed extremely poorly capturing at most 13% of the weevils as the best trap in the trial (T1). Thus omitting pheromone from a *R. palmarum* trap essentially renders the trap ineffective.

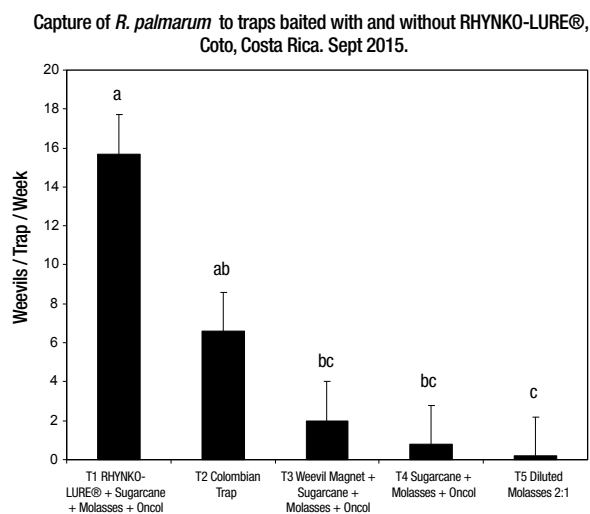


Fig. 5. Traps were placed in an adult oil palm plantation near Coto, Puntarenas, Costa Rica on September 2, 2015. Traps were 10 liter plastic containers with windows wrapped in plastic mesh sack material. Captures were assessed one week. Bars are average capture per trap and are topped by the Standard Error of the Mean. Error bars topped by different letters are significantly different in ANOVA analysis  $n = 10$ ,  $F = 18.8$ ,  $df = 4, 45$ ,  $p < 0.01$ , Bonferroni  $P < 0.05$ .

In a further experiment (Fig. 6) we evaluated the use of two Rhyngo-Lure® pheromone lures and the omission of sugarcane and molasses from the trap. There were four treatments. T1 treatment contained traps baited with Rhyngo-Lure®, Weevil Magnet and eight pieces of 15 cm long halved sugarcane with 50 ml molasses containing 0.1% Oncol. T2 contained traps baited with two Rhyngo-Lure® lures, Weevil Magnet and eight pieces of 15 cm long halved sugarcane with 50 ml molasses containing 0.1% Oncol. T3 contained traps baited with Rhyngo-Lure®, Weevil Magnet and eight pieces of 15 cm long halved sugarcane with 50 ml molasses containing 0.1% Oncol. T4 contained traps baited with Rhyngo-Lure®, Weevil Magnet and one liter of water containing 0.1% Oncol.

Use of two pheromone lures only marginally increased captures in pheromone, sugarcane baited traps. Substitution of Weevil Magnet for any food bait such as sugarcane or molasses significantly decreased captures.

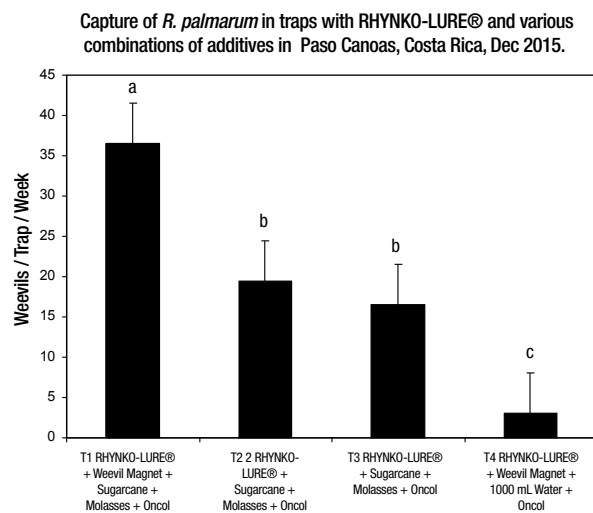


Fig. 6. Traps were placed in an adult oil palm plantation near Paso Canoas, Puntarenas, Costa Rica on December 4, 2015. Traps were 10 liter plastic containers with windows wrapped in plastic mesh sack material. Captures were assessed one week. Bars are average capture per trap and are topped by the Standard Error of the Mean. Error bars topped by different letters are significantly different in ANOVA analysis  $n = 10$ ,  $df = 3, 36$ ,  $p < 0.01$ , Bonferroni  $P < 0.05$ .

**Conclusions:** Given the significant labor cost of maintaining *R. palmarum* traps and their effectiveness over large areas it is recommended that traps be baited with pheromone (Rhyngo-Lure®) sugarcane and sufficient insecticide to immobilize arriving weevils (usually 0.1%). The addition of molasses (lightly diluted or not diluted) to sugarcane increased captures and prolonged effectiveness of traps. Omission of any one of these components significantly reduced the effectiveness of a trap. The pheromone is an essential element of the trap. Traps baited only with food baits as molasses or diluted molasses; mixture known as “Guarapo” presented very low effectiveness when compare to optimal trapping recommendations.

**Acknowledgements.** We thank the staff at Palma Tica and ASD for valuable field assistance in conducting the trials.

## References

- Chinchilla C. MI 1991. The red ring-little leaf syndrome in oil palm and coconuts. ASD Oil Palm Papers (Costa Rica), 1: 1-18
- Chinchilla C. MI.; Oehlschlager A.C.; González L.M. 1993. Management of red ring disease in oil palm through pheromone-based trapping of *Rhynchophorus palmarum* L. Proc. of the 1993 PORIM International Palm Oil Congress. Agriculture. Kuala Lumpur, Malaysia. p. 428-441.
- Chinchilla C. MI., Oehlschlager A. C., Bulgarelli J. 1996. A pheromone based trapping system for *Rhynchophorus palmarum* and *Metamasius hemipterus*, ASD Oil Palm Papers (Costa Rica), No. 12: 11-17.
- Chinchilla C. MI., Durán N. 1999. Nature and management of spear rot-like problems in oil palm: a case study in Costa Rica, PORIM International Palm Oil Congress, Agriculture Kuala Lumpur MY 1-6 Feb. 41 p.
- Chinchilla C. MI. 2003. Integrated management of phytosanitary problems in oil palm in Central America. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, 67: 69-82.
- Chinchilla C. MI., Escobar R. 2007. Red ring and other diseases of the oil palm in Central and South America, ASD Oil Palm Papers (Costa Rica), N° 30, 1-13.
- Griffith R., Giblin-Davis R.M, Koshy P.K., Sosamma V.K 2005. Chapter 13. Nematode parasites of coconut and other palms in plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Ed. by M. Luc, R. A. Sikora, J. Bridge, CABI Bioscience, Egham, UK.
- Oehlschlager A. C., Pierce H.D., Morgan B., Wimalarante P.D.C, Slessor N.K., King G.G.S., Gries G., Gries G.R., Borden J.H., Jiron L.F., Chinchilla C. MI, Mexzan R.G. 1992. Chirality and field activity of rhynchophorol the aggregation pheromone of the American palm weevil, *Naturwissenschaften* 79:134–135.
- Oehlschlager A.C., Chinchilla C. MI. 1992. Management of the American palm weevil *Rhynchophorus palmarum* and red ring disease in oil palm by pheromone-based trapping, ASD Oil Palm Papers (Costa Rica), No. 5: 15-23.
- Oehlschlager A.C.; Chinchilla C. MI.; González L.M.; Jirón L.; Mexzón R.; Morgan B. 1993. Development of a pheromone-based trapping system for the American palm weevil *Phynchophorus palmarum*. *J. Economical Entomol.* 86(5): 1381-1392
- Oehlschlager A.C.; Chinchilla C.MI.; González L.M. 1993. Optimization of a pheromone-baited trap for the American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* L. Proc. of the 1993 PORIM International Palm Oil Congress, Agriculture. Kuala Lumpur, Malaysia. p. 645-660.
- Rochat D., Malosse C., Lettere M., Ducrot P.H., Zagatti P., Renou M., Descoins C. 1991. Male-produced aggregation pheromone of the American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae): Collection, identification, electrophysiological activity, and laboratory bioassay, *J. Chem. Ecol.* 17:2127–2141.

## Componentes básicos en trampas para adultos de *Rhynchophorus palmarum*

C. Rodríguez<sup>1</sup>, A. C. Oehlschlager<sup>1</sup>, C. M. Chinchilla<sup>2</sup>

*Rhynchophorus palmarum* es una plaga importante en las plantaciones de palma aceitera en Centro y Suramérica, y en su papel como vector del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus* (causante de la enfermedad del anillo rojo: AR), ha provocado la muerte de miles de palmeras (Chinchilla 1991). El control del AR mediante la eliminación de las palmas con síntomas es solo parcialmente efectivo (Griffith et al. 2005).

En el año 1991 se identificó una feromona de agregación para *R. palmarum* (Rochat et al. 1991, Oehlschlager et al. 1992), y se demostró que se podía reducir drásticamente la población adulta del insecto con el uso de trampas que llevaban esa feromona (Rynko-Lure®) y caña de azúcar como fuente adicional de atracción y de alimento (Oehlschlager y Chinchilla 1992). Para 1993 era claro que la remoción de las palmas infectadas por el AR y la puesta de trampas en el campo era una estrategia efectiva para manejar la enfermedad (Chinchilla et al. 1996, Chinchilla 2003).

La importancia de las pudriciones del cogollo en palma aceitera ha aumentado considerablemente en América tropical (Chinchilla et al. 1999). Aunque es posible evitar la muerte de las palmas afectadas y acelerar su recuperación mediante el mejoramiento de las prácticas agrícolas (Chinchilla and Escobar 2007), el desarrollo de larvas producto de la ovoposición de hembras de *R. palmarum* puede causar la muerte de las plantas afectadas. Por consiguiente, es importante mantener la población de *R. palmarum* en un nivel tan bajo como sea posible; lo cual depende en gran parte de la eficacia con que las trampas capturan los individuos adultos.

El uso de la feromona de agregación (Rynko-Lure®) ha sido bastante constante durante las últimas dos décadas. Inicialmente, se estableció como fuente de alimento la caña de azúcar que era reemplazada cada 10-15 días dependiendo de la humedad. Para evitar la fuga de los insectos, la caña era tratada con una solución diluida de insecticida (0.1%) (Oehlschlager and Chinchilla 1992). En un intento por reducir costos, la caña ha sido a veces cambiada por melaza pura o bien diluida en agua; a pesar de que varios experimentos de campo realizados en 1990 claramente mostraron que la sustitución de la caña por melaza reducía significativamente las capturas de picudos adultos (Chinchilla, Oehlschlager, González 1993).

En esta nota describimos una serie de experimentos de campo hechos con el objetivo de evaluar la eficiencia relativa de trampas con la feromona y con diferentes combinaciones de caña de azúcar y melaza pura y/o diluida en agua.

### Experimentos de campo

**Honduras.** En un primer experimento realizado en la costa atlántica de Honduras, se examinó el efecto de agregar melaza a trampas con la feromona y con pedazos de caña como alimento. Los tratamientos usados fueron: 1). Ryncho-Lure® y 12 piezas de caña de azúcar remojadas con carbaryl, 2). Igual que lo anterior más 200 ml de melaza, y 3). Igual que 1, pero con 200 ml de melaza diluida en agua (7.5%). Las trampas fueron fijadas a los troncos de las palmas.

Durante las primeras cuatro semanas, las trampas con esos tres componentes capturaron más insectos que aquellas en donde se omitió la melaza (Fig. 1).

<sup>1</sup> ChemTica Internacional, Apdo. 640, 3100, Sto. Domingo, Heredia, Costa Rica.

<sup>2</sup> Consultor asociado a ASD Costa Rica; cmlchinchilla@gmail.com

Posteriormente, las capturas decrecieron 42% en las trampas con Rhyngo-Lure® y caña y para la quinta semana el valor bajó a 20% de las capturas iniciales. En las trampas con melaza pura o diluida (7.5%), la reducción en las capturas no fue tan pronunciada. En trampas con melaza, las capturas luego de la quinta semana fueron 38% del valor original y aquellas con melaza diluida mantuvieron 78% del valor original. Luego de la séptima semana, la eficiencia cayó por debajo de 50% en estas trampas. En este experimento, la melaza diluida agregada a trampas con la feromona y pedazos de caña prolongó la efectividad de las mismas hasta seis semanas.

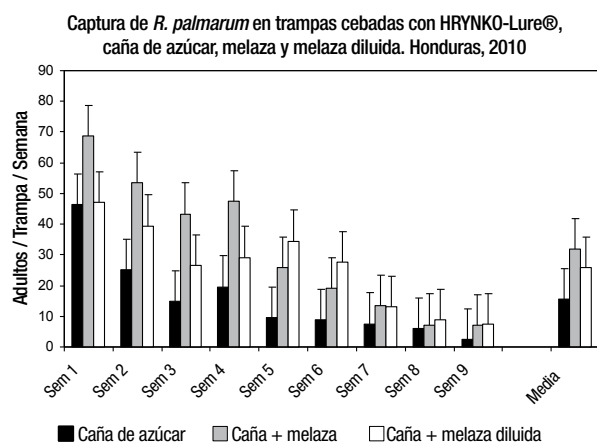


Fig. 1. Trampas hechas con recipientes plásticos de un galón de capacidad con agujeros en la parte superior. Se presentan los valores medios y el error estándar de la media,  $n=10$ ,  $df = 2, 9$ . No hay diferencias significativas entre tratamientos en ninguna fecha, Bonferroni  $P > 0.95$  'pairwise comparisons'. Honduras, costa Atlántica

## Costa Rica

### Pocosí, zona atlántica.

Durante 2015 se realizaron varios experimentos en diferentes localidades de Costa Rica para determinar la eficacia de las trampas según el tipo de alimento usado. El sitio escogido para el primero de estos experimentos presentaba una población baja de insectos (determinado durante el trampeo rutinario). Se usaron cinco tratamientos: T1) Trampas con Rhyngo-Lure®, Weevil Magnet (una formulación de lenta liberación de acetato de etilo) y seis piezas de caña de azúcar partidas longitudinalmente con 50 ml de melaza (0.1% Furadán); T2) igual que la anterior pero sin Weevil Magnet; T3) como T1, pero

sin Weevil Magnet ni caña de azúcar ;T4) como 1 y con 1 m<sup>2</sup> de una malla de nylon (1.25 cm) para retener los insectos, y T5) la trampa estándar usada comercialmente (el mismo tipo de recipiente) con Rhyngo-Lure® y un litro de melaza diluida (33%). Las capturas en las trampas que contenían caña de azúcar o melaza no fueron estadísticamente diferentes, pero las trampas con caña consistentemente tenían capturas mayores (Fig. 2).

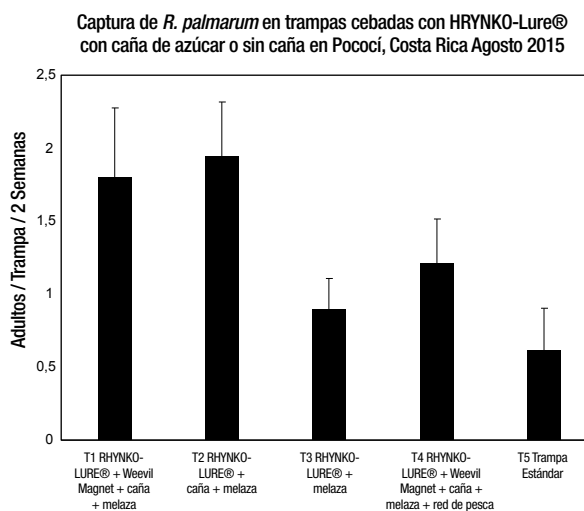


Fig. 2. Las trampas fueron hechas con recipientes plásticos de un galón con agujeros en la parte superior y forradas con un material de yute. Las trampas fueron fijadas a los troncos de las palmas en una plantación adulta localizada en La Rita, Pocosí, Costa Rica. Julio del 2015. Se presentan las capturas semanales. El análisis estadístico fue hecho con el total de dos semanas. Las barras son el promedio de capturas por trampa para dos semanas y las líneas corresponden al error estándar de la media. No se detectaron diferencias significativas entre tratamientos,  $n = 10$ ,  $F = 2.15$   $df = 4, 45$   $p = 0.09$ .

### Paso Canoas

Este experimento (Fig. 3) fue hecho cerca de la frontera con Panamá, en un sitio que albergaba una alta población de insectos. Se usaron cinco tratamientos: T1) Rhyngo-Lure®, Weevil Magnet y ocho piezas de caña cortadas longitudinalmente con 50 ml de melaza (0.1%, Oncol). T2) igual que el anterior pero sin el Weevil Magnet. T3) como T1, pero sin Weevil Magnet, caña, ni insecticida. T4) Rhyngo-Lure® y 50 mL of 25% melaza y T5) Rhyngo-Lure®, 50 mlde 25% melaza y 5 g de levadura para pan.

Las capturas fueron significativamente mayores cuando todos los componentes estaban presentes

(T1). La omisión del Weevil Magnet (T2) redujo significativamente la eficiencia de las trampas (~2X). La omisión del insecticida (T3) de la mezcla del tratamiento T2 redujo aún más las capturas (~3X). La presencia de únicamente Rhyngo-Lure® o bien la melaza sola o diluida se asoció con las menores capturas (<6X del óptimo, T1). El tratamiento T5 es la práctica estándar en la mayoría de las plantaciones en Costa Rica. No obstante, es claro que si se omite el uso de la caña de azúcar como fuente de alimento (tratada con una dosis baja de insecticida para retener los insectos), se compromete en forma significativa la eficiencia de la trampa; lo cual no puede justificarse debido a la importancia de mantener una población baja del *R. palmarum*.

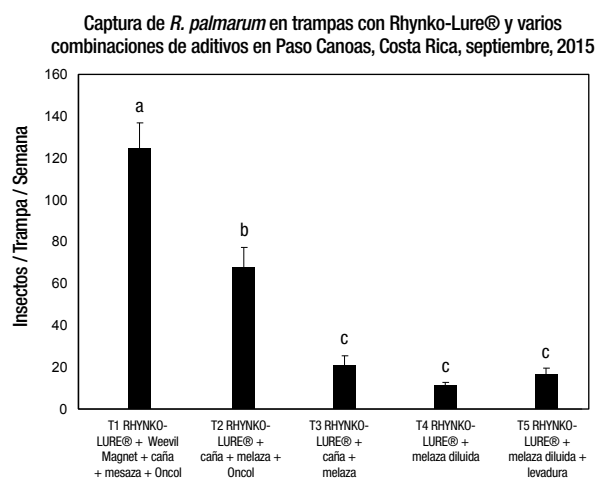


Fig. 3. Las trampas fueron recipientes plásticos de 10 litros de capacidad con hoyos en la parte superior y con una tela de plástico en el exterior (Fig. 4). Las capturas corresponden a una semana. Las barras son el promedio por trampa y las líneas arriba son el error estándar de la media. Las letras indican diferencias significativas. ANOVA,  $n = 10$ ,  $F = 8.5$ ,  $df = 4, 45$ ,  $p < 0.01$ , Bonferroni  $P < 0.05$ . Las trampas se colocaron en el tronco de palmas de una plantación adulta localizada cerca de Paso Canoas en el sur de Costa Rica. Agosto del 2015.



Fig. 4. Detalles de la trampa de 10 litros. Derecha: comparación de capturas en dos tratamientos particulares (Back cover)

### Coto, zona sur.

En este experimento (Fig. 5), se evaluó la eficiencia de las trampas cuando se omitió la feromona. Las trampas sin la feromona Rhyngo-Lure® fueron muy poco eficientes y solo capturaron 13% de los insectos atrapados en el mejor tratamiento (T1). Se usaron cinco tratamientos: T1) Rhyngo-Lure®, Weevil Magnet y ocho piezas de caña cortadas longitudinalmente con 50 ml de melaza (0.1% Oncol). T2) Modificación de una trampa utilizada en Colombia, con Rhyngo-Lure® y pequeñas piezas de caña y melaza diluida (66%) dentro de una botella de gaseosa perforada colocada dentro de la trampa que también tenía una esponja de cocina impregnada con 0.1% Oncol y colocada en el fondo. T3) Weevil Magnet, ocho piezas de caña y 50 ml de melaza con 0.1% Oncol. T4) Ocho piezas de caña y 50 ml de melaza (0.1% Oncol). T5) 50 ml de melaza diluida (66%).

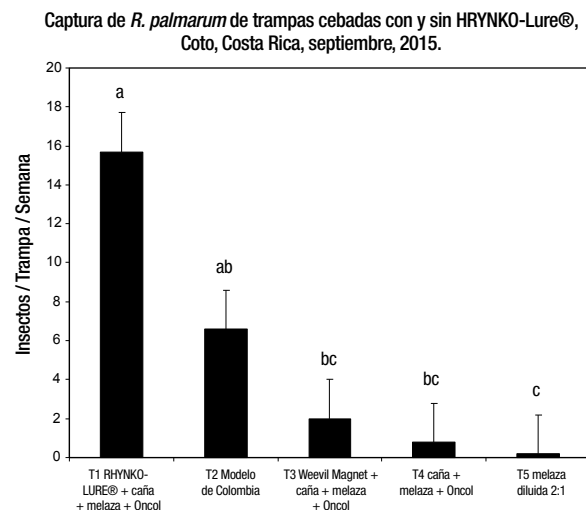


Fig. 5. Las trampas fueron recipientes plásticos de 10 litros de capacidad con una tela plástica adherida en el exterior (Fig. 4). Las capturas corresponden a una semana. Las barras son el promedio por trampa (con líneas del error estándar de la media). Letras iguales indican diferencias no significativas. ANOVA,  $n = 10$ ,  $F = 18.8$ ,  $df = 4, 45$ ,  $p < 0.01$ , Bonferroni  $P < 0.05$ . Las trampas se colocaron en los troncos de una plantación adulta en la localidad de Coto, Puntarenas, sur de Costa Rica. Septiembre del 2015.

En un experimento adicional (Paso Canoas, Puntarenas), se evaluó el uso de dos sobres de Rhyngo-Lure®, lo cual solo aumentó las capturas en forma marginal (Fig. 6). Las trampas fueron



recipientes de plástico de 10 litros con ventanas y cubiertos por una malla plástica. T1: Rhyncho-Lure®, Weevil Magnet y ocho pedazos de caña de 15 cm partidos longitudinalmente y 50 ml de melaza (0.1% Oncol). T2: trampas con dos sobres de Rhyncho-Lure, Weevil Magnet y caña como T1. T3: Rhyncho-Lure, Weevil Magnet y caña como T1. T4: Rhyncho-Lure, Weevil Magnet y un litro de agua con 0.1% Oncol. La sustitución de la caña de azúcar o la melaza con el 'Weevil Magnet' redujo las capturas significativamente.

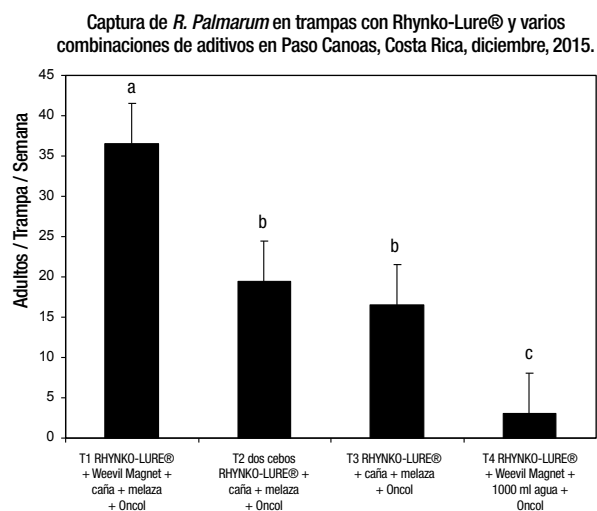


Fig. 6. El ensayo se realizó en una plantación adulta, cerca de Paso Canoas, Puntarenas, Costa Rica en diciembre 4, 2015. Capturas de una semana. Las barras son el promedio de capturas por trampa con el error estándar de la media. Letras diferentes indican diferencias significativas en el ANOVA (n = 10, df = 3, 36, p<0.01, Bonferonni P < 0.05).

### Conclusiones

Cuando se consideran los costos totales en que se incurre para mantener una población baja de *R. palmarum* en una plantación de palma aceitera y los riesgos de no hacerlo así; no resulta justificable omitir alguno de los ingredientes esenciales en las trampas para adultos. Estos ingredientes incluyen la feromona Rhynko-Lure®, caña de azúcar, melaza (preferiblemente sin diluir, aunque la adición de agua (humedad) ayuda a prolongar el tiempo que la trampa permanece atractiva) y un insecticida (en dosis bajas con el propósito de retener los insectos). Omitir alguno de estos componentes puede reducir significativamente la efectividad de la trampa, en particular en sitios con altas poblaciones del insecto.

**Agradecimientos.** Al personal de Palma Tica y ASD de Costa Rica por su asistencia para realizar los experimentos de campo.

## Referencias

- Chinchilla C. Ml 1991. The red ring-little leaf syndrome in oil palm and coconuts. ASD Oil Palm Papers (Costa Rica), 1: 1-18
- Chinchilla C. Ml.; Oehlschlager A.C.; González L.M. 1993. Management of red ring disease in oil palm through pheromone-based trapping of *Rhynchophorus palmarum* L. Proc. of the 1993 PORIM International Palm Oil Congress. Agriculture. Kuala Lumpur, Malaysia. p. 428-441.
- Chinchilla C. Ml., Oehlschlager A. C., Bulgarelli J. 1996. A pheromone based trapping system for *Rhynchophorus palmarum* and *Metamasius hemipterus*, ASD Oil Palm Papers (Costa Rica), No. 12: 11-17.
- Chinchilla C. Ml., Durán N. 1999. Nature and management of spear rot-like problems in oil palm: a case study in Costa Rica, PORIM International Palm Oil Congress, Agriculture Kuala Lumpur MY 1-6 Feb. 41 p.
- Chinchilla C. Ml. 2003. Integrated management of phytosanitary problems in oil palm in Central America. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, 67: 69-82.
- Chinchilla C. Ml., Escobar R. 2007. Red ring and other diseases of the oil palm in Central and South America, ASD Oil Palm Papers (Costa Rica), N° 30, 1-13.
- Griffith R., Giblin-Davis R.M, Koshy P.K., Sosamma V.K 2005. Chapter 13. Nematode parasites of coconut and other palms in plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Ed. by M. Luc, R. A. Sikora, J. Bridge, CABI Bioscience, Egham, UK.
- Oehlschlager A. C., Pierce H.D., Morgan B., Wimalarante P.D.C, Slessor N.K., King G.G.S., Gries G., Gries G.R., Borden J.H., Jiron L.F., Chinchilla C. Ml, Mexzan R.G. 1992. Chirality and field activity of rhynchophorol the aggregation pheromone of the American palm weevil, Naturwissenschaften 79:134–135.
- Oehlschlager A.C., Chinchilla C. Ml. 1992. Management of the American palm weevil *Rhynchophorus palmarum* and red ring disease in oil palm by pheromone-based trapping, ASD Oil Palm Papers (Costa Rica), No. 5: 15-23.
- Oehlschlager A.C.; Chinchilla C. Ml.; González L.M.; Jirón L.; Mexzón R.; Morgan B. 1993. Development of a pheromone-based trapping system for the American palm weevil *Phynchophorus palmarum*. J. Economical Entomol. 86(5): 1381-1392
- Oehlschlager A.C.; Chinchilla C.Ml.; González L.M. 1993. Optimization of a pheromone-baited trap for the American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* L. Proc. of the 1993 PORIM International Palm Oil Congress, Agriculture. Kuala Lumpur, Malaysia. p. 645-660.
- Rochat D., Malosse C., Lettere M., Ducrot P.H., Zagatti P., Renou M., Descoins C. 1991. Male-produced aggregation pheromone of the American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae): Collection, identification, electrophysiological activity, and laboratory bioassay, J. Chem. Ecol. 17:2127–2141.

## Aclaración sobre autoría en publicación científica ASD Oil Palm Papers

Estimado Editor,

Por este medio queremos comunicar un problema en la autoría de la publicación científica “Abundancia de vertebrados en plantaciones de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en el Pacífico sur de Costa Rica, según el paisaje y condiciones del sitio” por Aranda-Coello et al. (ASD Oil Palm Papers, N° 43, 2014). El autor Manuel Aranda-Coello publicó dicho artículo e incluyó nuestros nombres entre los autores sin que tuviéramos conocimiento de su elaboración, por lo tanto no leímos ni aprobamos su contenido para ser publicado en ASD Oil Palm Papers. Inclusive después de su publicación no tuvimos conocimiento de la existencia del artículo científico hasta el 14 diciembre del 2015. Por consiguiente, no tomamos responsabilidad de la información que fue publicada en el artículo. Si aclaramos que nuestra única relación con este estudio corto; no con la publicación, fue la elaboración del trabajo de campo y el informe respectivo para el curso que realizamos en la universidad durante nuestro posgrado.

Atentamente;




Randall Jiménez Q.



Lorena Lobos



Alberto Rico U.



Esmeralda Arévalo H.



Hernán Coello T.



Page 1



Page 17

