

# Formulaciones de plaguicidas a base de oleoquímicos derivados de los aceites de palma y palmiste\*

## *Pesticide Formulations based on Oleochemicals derived from palm kernel oil*

A.R. ISMAIL<sup>1</sup> ; O. DZOLKIFLI<sup>2</sup>; T.L. Ooi<sup>1</sup>; A. SALMIAH<sup>1</sup>

### RESUMEN

Los plaguicidas juegan un papel de vital importancia en los sectores agrícolas. La producción de plaguicidas en Malasia es principalmente en la forma de concentrados acuosos (CA) para los herbicidas, concentrados emulsificables (CE) para los insecticidas y polvos mojables (PM) para los fungicidas. Estas formulaciones representan más del 80% del total de plaguicidas que se comercializaron en 1994. En Europa, las formulaciones CA, CE y PM representan más del 50% del total de los plaguicidas comercializados. No obstante, los consumidores cada vez más demandan plaguicidas en formulaciones más seguras y convenientes, tales como: concentrados en suspensión (CS), gránulos dispersables en agua (GDA) y emulsiones en agua. Por lo general, la preparación de formulaciones de plaguicidas incluirá dos componentes principales: el o los ingredientes activos y los ingredientes inertes. El ingrediente activo es la sustancia o sustancias químicas responsables de prevenir, destruir, repeler o mitigar los insectos, hongos, malezas, roedores, etc., mientras que los ingredientes inertes o suplementos son ingredientes inactivos que no tienen ningún efecto plaguicida, pero que funcionan como agentes humectantes, dispersantes, emulsificantes, coadyuvantes de aspersion, solventes, portadores/diluyentes, etc. Actualmente existe un cambio en los ingredientes inertes de las formulaciones de plaguicidas, de hidrocarburos, menos amigables ambientalmente (aceites minerales), a productos oleoquímicos más amigables ambientalmente. En este artículo se analiza el potencial de los oleoquímicos derivados de los aceites de palma y palmiste como ingredientes inertes en las formulaciones de plaguicidas.

### SUMMARY

Pesticides play an important role in the agriculture sectors. The production of pesticides in Malaysia are mainly in the form of aqueous concentrates (AC) for herbicides, as emulsifiable concentrates (EC) for insecticides and as wettable powders (WP) for fungicides. These formulations comprised more than 80 per cent of the total pesticides marketed in 1994. In Europe (Seaman 1990), the AC, EC and WP formulations remained more than 50 per cent of the total pesticides marketed. However, the customers increasingly require safer and more convenient pesticide formulations such as suspension concentrates (SC), water dispersible granules (WDG) and emulsions in water. Generally, preparation of pesticide

1. Instituto de Investigación sobre Aceite de Palma (PORIM), P.O. Box 10620, 50720 Kuala Lumpur, Malasia
2. Universidad Putra Malaysia, 43400 Serdang, Selangor Darul Ehsan, Malasia

formulations will include two main components, i.e. the active ingredient(s) and inert ingredients. Active ingredient(s) in the chemical or chemicals responsible for preventing, destroying, repelling or mitigating insects, fungi, weeds, rodents, etc. whereas, inert ingredients or supplements are inactive ingredients that have no pesticide action but function as wetting agents, dispersing agents, emulsifiers, spray adjuvants, solvents, carrier/diluents, etc. At present, there is a shift from the less environmentally friendly hydrocarbon [mineral oils] to the more environmentally friendly oleochemical products as inert ingredients in pesticide formulations. This paper discusses the potential of oleochemicals derived from palm and palm kernel oils as inert ingredients in pesticide formulations.

Palabras claves: Plaguicidas, Oleoquímicos, Medio ambiente, Formulaciones, Aceite de palma, Aceite de palmiste, Surfactantes, Coadyuvantes, Solventes.

## INTRODUCCIÓN

**P**laguicida puede ser un ingrediente activo o una mezcla de sustancias químicas formuladas específicamente para el control de plagas, malezas y plantas. Los plaguicidas se clasifican según los diversos tipos de formulaciones para el control de plagas, malezas y plantas. Por ejemplo, los insecticidas, herbicidas, fungicidas y rodenticidas se utilizan para el control de insectos, malezas, hongos y roedores, respectivamente.

La mayor parte de los plaguicidas se ofrecen a los consumidores como productos formulados, en los cuales los ingredientes activos se preparan en la forma más adecuada para los usos proyectados (Ismail et al. 1995; Abdul Rani 1993; Seaman 1990). En general, un ingrediente activo puede ser aplicado en un estado seco, en la forma de polvos y gránulos; o en un estado líquido, como los concentrados acuosos (CA), concentrados emulsificables (CE), concentrados en suspensión (CS) y polvos mojables (PM); o en un estado gaseoso, como los fumigantes.

En general, la preparación de formulaciones de plaguicidas incluirá dos componentes principales, es decir los ingredientes activos y los ingredientes inertes. Un ingrediente activo es la sustancia química o la mezcla de sustancias químicas responsable del efecto deseado, tal como prevenir, destruir, repeler o mitigar insectos,

hongos, malezas, roedores y otras plagas. Por otra parte, los ingredientes inertes, también llamados suplementos, son ingredientes inactivos que no tienen acción plaguicida y se utilizan como agentes humectantes, agentes dispersantes, emulsificantes y coemulsificantes, solventes, portadores/diluyentes, etc. (Hassall 1987; Bohmont 1990).

## FORMULACIONES DE PLAGUICIDAS - TENDENCIAS ACTUALES Y AVANCES RECIENTES

**E**xisten tres grupos principales de plaguicidas en el sector agrícola: los herbicidas, los insecticidas y los fungicidas, los cuales se formulan principalmente en forma de CA, CE y PM, respectivamente. Estas formulaciones representan más del 80% total de plaguicidas comercializados en Malasia (Pesticide Board Malaysia 1995) y todavía representan más del 50% de los plaguicidas vendidos en Europa (Seaman 1990).

En los países desarrollados hay un cambio en las prácticas de formulación de CE, PM y polvos a concentrados en suspensión (CS), gránulos dispersables en agua y emulsiones en agua (Seaman 1990). Estas tendencias se basan en el interés de ofrecer al usuario final productos más seguros y convenientes. En esta forma se evitan productos voluminosos y polvorientos, y el uso de solventes inflamables o tóxicos. Cada vez

adquieren mayor importancia propiedades tales como la facilidad de medir, la seguridad y los empaques más cómodos y fáciles de desechar.

También existe un creciente interés por las formulaciones de liberación controlada, diseñadas para ampliar el tiempo efectivo del plaguicida y mantener bajos niveles en el medio ambiente. Las formulaciones de liberación controlada, por ejemplo, los gránulos dispersables en agua, también poseen una baja fitotoxicidad y una toxicidad reducida para los mamíferos.

Los coadyuvantes, tales como los surfactantes y los aceites emulsificables, siempre tienen un papel importante en las formulaciones de plaguicidas. Los coadyuvantes pueden mejorar la eficacia biológica de los plaguicidas. Dentro de los avances más recientes en esta área se incluye el uso de surfactantes poliméricos, los cuales están fuertemente anclados a la superficie de la partícula y tienen cadenas estabilizantes que se disuelven bien en agua. Esto permitirá la preparación de formulaciones en suspensión altamente concentradas. Además, muchas de las limitaciones relacionadas con los concentrados en suspensión se pueden eliminar en presencia de estos surfactantes.

Los agentes de control biológico tienen un gran potencial en el futuro. Muchos de estos productos han surgido de avances biotecnológicos recientes que han conducido a la formulación de herbicidas, fungicidas e insecticidas microbiales.

#### EL USO DE OLEOQUÍMICOS A BASE DE PALMA EN LAS FORMULACIONES DE PLAGUICIDAS

**A**proximadamente el 90% de la producción de aceite de palma se utiliza para fines alimenticios

y el 10% restante para productos no alimenticios o aplicaciones oleoquímicas (Salmiah 1995). Aunque esto último es más pequeño en volumen, cada vez adquiere mayor importancia, puesto que la mayor parte de los productos de aceite de palma se procesan posteriormente para generar productos de mayor valor agregado. Si se tiene en cuenta el crecimiento que se espera en las producciones de aceite de palma y la tendencia general de la industria a concentrarse en actividades al final del proceso, esta área se espera que sea muy importante. Uno de los posibles usos de estos oleoquímicos es reemplazar los aceites minerales y sus derivados como ingredientes inertes en las formulaciones de plaguicidas.

Los aceites vegetales, como los de soya, coco, palma y palmiste, y sus oleoquímicos se utilizan para producir los ingredientes inertes, como surfactantes, agentes humectantes, coadyuvantes, solventes, portadores/diluyentes, etc. que

se emplean en las formulaciones de plaguicidas, como aparece en la Tabla 1 (Henkel 1995). Estos ingredientes inertes tienen ventajas importantes sobre los ingredientes inertes a base de petróleo, en el sentido de que ellos son renovables, biodegradables, no inflamables y causan menos problemas de orden sanitario y alergias a los usuarios finales.

#### Surfactantes

Los surfactantes son comúnmente usados para mejorar las propiedades fisicoquímicas de las soluciones para aspersion, por ejemplo, reducir la tensión interfacial de las gotas de aspersion; mejorar las propiedades humectantes de las aspersiones y, por consiguiente, mejorar la absorción y la eficacia de los plaguicidas. Los surfactantes también pueden aumentar la solubilidad del ingrediente activo en las soluciones de aspersion, pueden afectar la retención de la

Existen tres  
grupos  
principales de  
plaguicidas en  
el sector  
agrícola: los  
herbicidas (CA),  
los insecticidas  
(CE) y los  
fungicidas (PM).

aspersión, la dispersión de las gotas, la tasa de secado, etc. (Knoche y Bukovic 1993; Gaskin y Holloway 1992).

Los surfactantes no iónicos son los más comúnmente utilizados como agentes humectantes. Un agente humectante es un compuesto que reduce la tensión superficial y hace que el líquido entre en contacto más estrecho con las superficies de la planta. Los etoxilatos de alcohol alquílico, derivados de los aceites vegetales y sus derivados, son la clase más importante de surfactantes no iónicos. Estos se producen por la reacción alcalina o ácida catalizada de los alcoholes alquílicos con el óxido de etileno (Baumann y Biermann 1994).

Por razones ecológicas, actualmente existe un gran interés en producir surfactantes principalmente de materiales de origen natural, como los carbohidratos (almidón, azúcar, etc.) junto con los aceites y grasas vegetales. Estos son surfactantes en los cuales un residuo alquílico más largo (C8-C22) es restituido con carbohidratos en lugar de óxido de etileno. Por ejemplo, el alquilpoliglicósido (APG) es un surfactante no iónico que enlaza las moléculas de glucosa y la cadena alquílica mediante puentes de éter como se muestra en la Figura 1 (Baumann y Biermann 1994; Garst 1995). El APG presenta excelentes propiedades humectantes y de reducción de tensión interfacial/superficial, propiedades hidrotópicas y dispersantes sobresalientes, al

igual que una tolerancia superior a los electrolitos y al agua dura, comparado con los surfactantes obtenidos de materiales a base de petróleo, como se muestra en la Tabla 2 (Henkel 1995a).

Ismail et al. (1996) adelantaron un estudio sobre el uso de surfactantes derivados de los oleoquímicos a base de palma en formulaciones de glifosato. Los resultados obtenidos (Fig. 2) demuestran que la eficacia de las formulaciones de glifosato que contienen un surfactante o una mezcla de surfactantes derivados de los oleoquímicos a base de palma es comparable a la del Roundup, un producto comercial de Monsanto, pero es mucho más efectivo que el glifosato mismo. Los surfactantes utilizados fueron etoxilatos de amina alquílica (FamE), etoxilatos de alcohol alquílico (FAE) y APG.

Tabla 2. Propiedades físicas comparativas de los alquilpoliglicósidos como surfactantes.

Surfactantes	Humectantes Draves <sup>1</sup> , 0,1%	Espuma Ross Miles <sup>2</sup> , 0,1%	Aceite Mineral TIF <sup>3</sup> , 0,1%
APG 2067	12	140	2,9
APG 2069	15	140	1,6
APG 2072	32	145	1,0
NPE (9,5 EO)	11	80	3,0

- 1 = ASTM D2281-68 A 25°C (segundos)
- 2 = ASTM DI 173-53 a 25°C (milímetros)
- 3 = Tensión interfacial (TIF) medida por gota giratoria a 25°C (dinas/centímetro)

Fuente: Henkel 1995<sup>a</sup>

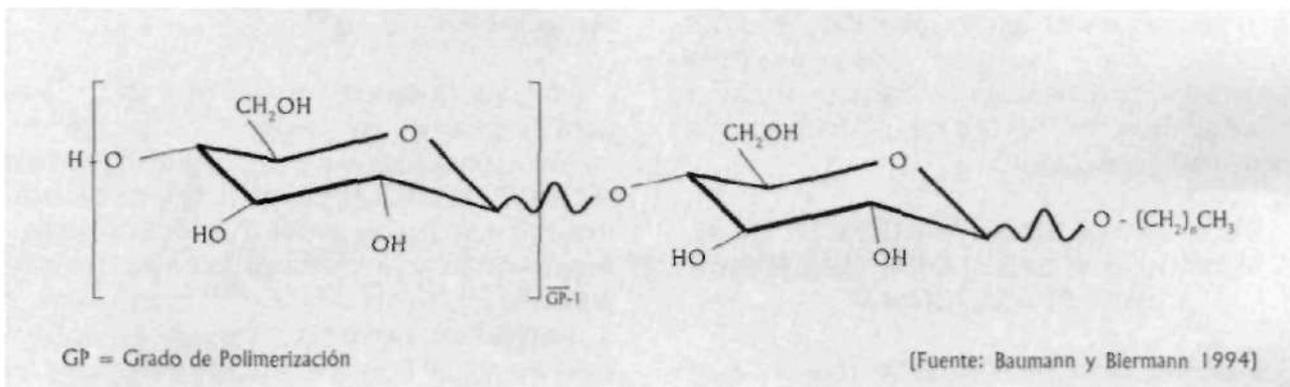


Figura [Estructura generalizada de los alquilpoliglicósidos (APG).

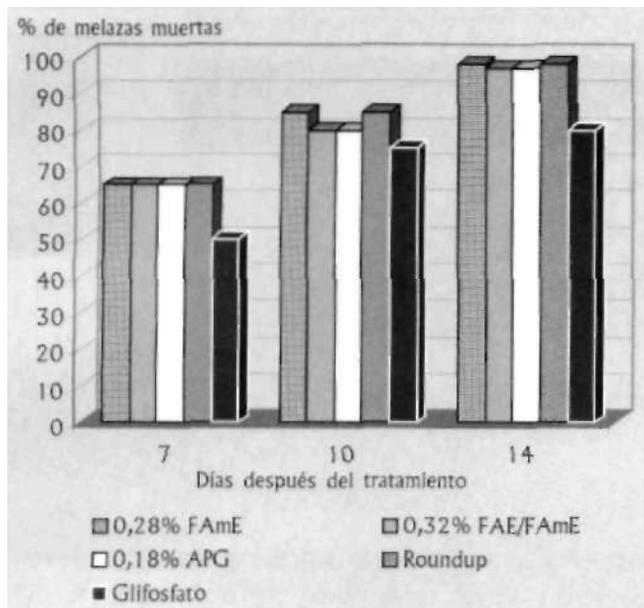


Figura 2. Efectos de los surfactantes sobre la bioeficiencia de la isopropilamina de glifosato de *Cyperus rotundus* [Fuente: Isnaail 19996]

### Solventes

En general, un ingrediente activo puede ser aplicado en estado seco, líquido o gaseoso. Existen diversos tipos de formulaciones en estado líquido, v.g. concentrados acuosos, concentrados emulsificables, concentrados en suspensión y emulsión en agua. Actualmente, los solventes que se utilizan más comúnmente son el agua, para los ingredientes activos hidrosolubles, y los aceites minerales (xileno, tolueno, queroseno), para los ingredientes activos solubles en solventes no polares.

En los avances más recientes existe un cambio de los solventes a base de petróleo hacia los solventes derivados de aceites vegetales y sus oleoquímicos. Los aceites vegetales y sus oleoquímicos tienen ventajas importantes sobre los aceites minerales, puesto que son renovables, fácilmente disponibles en todo el mundo, son biodegradables, son menos infla-

mables y causan menos problemas de salud y alergias al usuario final (Leysen 1992).

Los autores determinaron las viscosidades y las tensiones superficiales de algunos ésteres metílicos de los ácidos grasos derivados de los aceites de palma y palmiste y los compararon con aceites minerales (Tabla 3). Se encontró que estas propiedades son comparables. En Henkel (1995b) obtuvieron hallazgos similares. Además, en Henkel también determinaron los puntos de inflamación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos, los cuales fueron mucho más bajos que el de los aceites minerales. Esto indica que es posible utilizar los ésteres metílicos a base de palma como solventes o vehículos para los plaguicidas que se aplican sobre la superficie de las plantas o insectos y que éstos son más aceptables desde el punto de vista ambiental, menos irritantes y menos inflamables que los aceites minerales.

Ismail et al. (1996) también estudiaron la solubilidad al 5% (w/w) de los insecticidas del grupo de los piretroides en ésteres metílicos a base de palma y aceites minerales, como se muestra en la Tabla 4. Los resultados indicaron que los ésteres metílicos derivados de los aceites de palma y palmiste tienen buenas propiedades de solvencia para los insecticidas piretroides.

Tabla 3. Propiedades físicas de algunos esterres metílicos de ácidos grasos y aceites minerales.

Solventes	Propiedades físicas		
	Viscosidad (cP), 25°C	Tensión superficial (mNm <sup>-1</sup> ), 25°C	Punto de inflamación (°C)d
Caprato metílico/caprilato	2,3	2,93	80
Laureato metílico	3,2	3,03	130
Miristato metílico	3,7	3,09	156
Oleato metílico	6,3a	-	177
Soyato metílico	5,0b	-	177
Coconato metílico	3,2c	-	121
Éster metílico de aceite de palma	5,3	3,20	170
Éster metílico de aceite de palmiste	3,4	3,06	130
Éster metílico de estearina de palma	5,5	3,18	170
Solvesso 150*	1,5	3,15	66
Xileno*	0,7	2,97	28

\* Ejemplo de un nombre comercial para los aceites minerales a, b, c y d fueron tomados de Henkel (1995b)

Tabla 4. Solubilidad de insecticidas al 5% [WAV] en ésteres metílicos de ácidos grasos de palma y aceites minerales.

Solventes	Insecticidas			
	Es-fenvalerato	Cipermetrin	$\lambda$ -calotrin	$\alpha$ -cipermetrin
Éster metílico de aceite de palma	S <sup>c</sup>	S	S	S
Éster metílico de estearina de palma	S	S	S	S
Éster metílico de aceite de palmiste	S	S	S	S
Oleato metílico (70-77%)	S	S	S	S
Caprato metílico/caprilato	S	S	S	S
Xileno (a)	S	S	S	S
Solvesso 150 (b)	S	S	S	S

a,b, = solventes a base de aceites minerales

c = Soluble, indica una solución clara o transparente [Fuente: Ismail et al. 1996]

### Coadyuvantes de aspersión

Un coadyuvante es una sustancia química o un agente que se agrega a una mezcla plaguicida con el objeto de ayudar al ingrediente activo a aumentar su eficacia, v.g. surfactantes y aceites emulsificables. Estos coadyuvantes son generalmente más baratos que una masa equivalente de ingrediente activo y por lo tanto pueden lograr un considerable ahorro en los costos y beneficios en el comportamiento.

Existe poca información sobre los efectos de los aceites emulsificables sobre la eficacia de los ingredientes activos, aunque en todo el mundo están a la venta productos de marca. Se hace énfasis en el hecho de que los aceites deben ser formulados con un surfactante si se quiere que ellos den una emulsión estable y asperjable con agua. La Tabla 3 muestra las propiedades físicas de algunos ésteres metílicos de ácidos grasos derivados de los aceites de palma y de los aceites minerales (hidrocarburos). Henkel (1995b) y más recientemente Ismail et al. (1996) indicaron que los ésteres metílicos y los aceites minerales que tienen una viscosidad y una tensión superficial comparables son adecuados como coadyuvantes de aspersión para plaguicidas. Los aceites emulsificables se adhieren mejor a las hojas de las plantas y a los insectos, y por lo tanto aumentan

la persistencia y eficacia de los ingredientes activos (Leysen 1992; Hamilton 1993). Además, la cantidad de ingredientes activos que se pierde en el medio ambiente disminuye. Otros investigadores también registraron que la adición de aceites vegetales emulsificables o ésteres metílicos emulsificables, como coadyuvantes de aspersión, aumentó la eficacia de los fungicidas y herbicidas, respectivamente (Mostafa et al. 1993; Grayson et al. 1993; Henkel 1995a).

Últimamente ha adquirido popularidad el uso de aspersiones con la tecnología de disco giratorio, debido a que los volúmenes de aplicación son menores (Hassall 1987). Con esta técnica particular, conocida como Aplicación de Gota Controlada (AGC), se pueden aplicar plaguicidas de una manera uniforme en volúmenes diluidos (tan bajos como 2 a 3 l/ha). Esto hace práctico el uso de aceites vegetales emulsificables como portadores o diluyentes para plaguicidas, puesto que el costo de la aspersión por hectárea sería más bajo (Robinson y Slossen 1986; Treacy et al. 1986; Kapusta 1985). No obstante, es necesario adelantar más estudios para determinar la efectividad de los ésteres metílicos emulsificables como portadores o diluyentes en diversos tipos de formulaciones de plaguicidas, mediante la técnica de Aplicación de Gota Controlada.

## CONCLUSIÓN

Últimamente hay un cambio en las prácticas de plaguicidas de formulaciones a base de productos derivados del petróleo a formulaciones a base de oleoquímicos. Existen varios tipos de ingredientes inertes fabricados a base de aceites vegetales y sus productos oleoquímicos, v.g. coadyuvantes, agentes humectantes, agentes dispersantes, emulsificantes, solventes, diluyentes, etc. para las formulaciones de plaguicidas. Estos ingredientes inertes ofrecen ventajas importantes sobre los ingredientes inertes a base de petróleo, en el sentido de que son renovables, biodegradables, no inflamables y causan menos problemas de salud y de alergias en el usuario

final. Se pueden esperar características ecológicas favorables de las moléculas lineales de los ácidos grasos, las cuales no presentan ramificaciones ni estructuras anulares. Por consiguiente, los productos oleoquímicos de los aceites de palma y palmiste también tienen un potencial prometedor para ser utilizados como ingredientes inertes para las formulaciones de plaguicidas, en Malasia.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Director General del PORIM por su autorización para la publicación del presente artículo y a los Dr. Maa Ah Ngan y Salmiah Ahmad por sus comentarios.

## BIBLIOGRAFÍA

- BAUMANN. H.; BIERMANN. M. 1994. Oleochemical surfactants today. *Elaeis* (Malasia) v.6 no. 1, p.49-64.
- BOHMONT.B.L. 1990. Glossary for pesticide users. The Standard Pesticide User's Guide. Revised and Enlarged. PrenticeHall, Inc. p.367-392
- GARTS. R. 1995. Alkyl polyglycosides. Natural Oleochemicals as Adjuvant in Agrochemical Formulations. Seminar organised by Henkel Oleochemicals (M) Sdn Bhd. 9 October 1995. Kuala Lumpur. p. 1 -17.
- GASKIN.R.E.;HOLLOWAY.P.J. 1992. Some physicochemical factors influencing foliar uptake enhancement of glyphosate-mono(isopropyl-ammonium) by polyoxyethylene surfactants. *Pesticide Science* (Reino Unido) v.37, p.141-146.
- GRAYSON, B.T.;WEBB,J.D.;PACK.S.E. 1993. Investigation of an emulsifiable oil adjuvant and its components on the activity of a new grass herbicide by factorial experimentation. *Pesticide Science* (Reino Unido) v.37, p. 127-137.
- HAMILTON, R. J. 1993. Structure and general properties of mineral and vegetable oils used as spray adjuvants. *Pesticide Science* (Reino Unido) v.37. p. 141 -146.
- HASSALL, K.A. 1987. Physicochemical aspects of pesticide formulation and application. *The Chemistry of Pesticides. Their Metabolism. Mode of Action and Uses in Crop Protection.* p.22-45.
- HENKEL. 1995. Inert ingredients-Uses. A Newsletter for the Agricultural Industry. Henkel Corporation, Cincinnati, Ohio, USA. August 1995 issue.
- \_\_\_\_\_. 1995a. New age surfactants: Agrimul PG2067 and 2069. A Newsletter for the Agricultural Industry. Henkel Corporation, Cincinnati, Ohio, USA. August 1995 issue.
- \_\_\_\_\_. 1995b. Methyl esters in agricultural applications. A Newsletter for the Agricultural Industry. Henkel Corporation, Cincinnati, Ohio, USA. August 1995 issue.
- ISMAIL. A. R.; SALMIAH. A.: OOI. T. L. 1995. Pesticide formulations Recent trends and future developments. PORIM Report PO(263)95. General: 7.
- \_\_\_\_\_; OOI, T.L.; SALMIAH, A. 1996. Utilisation of palm-based oleochemical in pesticide formulations: recent developments. Paper presented at IMT-GT Regional Chemistry Conference, 16-18 December 1996. Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia. Abstract.
- KAPUSTA. G. 1985. Uses of soybean oil on the application of herbicides. The American Oil Chemists Society. *Journal* (Estados Unidos) v.62 no.95, p.923-926.
- KNOCHE,M.;BUKOVIC,M.J. 1993. Interaction of surfactant and leaf surface in glyphosate absorption. *Weed Science* (Estados Unidos) v, 41, p.87-93.
- LEYSER.R. 1992. Non-edible applications of soybean oil. *Lipid Technology* (Reino Unido) v.4 no. 1 -6, p.65-69.
- MOSTAFA,A.A.;HOORNE.D.;POPPE.J. 1993. In-vivo evaluation of adjuvants for more effective control of Celery Leaf-Spot (*Spetoria aplicola*) and Powdery Mildew [*Erysiphe graminis*] of wheat with fungicides. *Pesticides Science* (Reino Unido) v.37. p. 113-120.
- ROBINSON,J.R.C.;SLOSSER,J.E. 1986. Controlled droplet application technology for ultra low volume oil spraying of insecticides in cotton. Evaluations of petroleum and oils as carriers and adjuvants for insecticides. *The Southwestern Entomologist* (Estados Unidos) Supplement no. 11. p.9-18.
- SALMIAH, A. 1995. Palm based-oleochemicals and their uses. *Select Readings on Palm Oil and Its Uses.* PORIM. p. 160-182.
- TREACY.M.F.; PARKER, R.B.; ANDERSON, R.M.; SCHMIDT.K.M.; BENEDICT, J.H. 1986. Evaluation on petroleum and crop oils as carriers and adjuvants for insecticides. *The Southwestern Entomologist* (Estados Unidos) no. 11, p.39-43.