

Oleoquímicos a base de palma, como ingredientes inertes en formulaciones de plaguicidas*

Palm-based oleochemicals as inert ingredients in pesticide formulations

ISMAIL, A.R.¹; DZOLKIFLI, O.²; Ooi, T.L; SALMIAH, A.

RESUMEN

Por lo general, la preparación de formulaciones de plaguicidas incluye dos componentes principales, a saber: los ingredientes activos y los ingredientes inertes. Estos últimos también se denominan suplementos, y son ingredientes que no tienen acción plaguicida y se utilizan como agentes humectantes, agentes dispersantes, emulsificantes y co-emulsificantes, solventes, dispersantes, transportadores/diluyentes, y otros. Los adyuvantes, como los surfactantes y los aceites emulsionables, siempre juegan un papel importante en las formulaciones de plaguicidas. Los adyuvantes pueden mejorar la eficacia biológica de los plaguicidas. Aproximadamente el 10% de la producción de aceite de palma se utiliza para productos no alimenticios o para aplicaciones oleoquímicas, y uno de los usos potenciales de estos oleoquímicos es reemplazar los aceites minerales y sus derivados en formulaciones plaguicidas. Varios aceites vegetales, incluyendo el de palma y el de palmiste y sus oleoquímicos derivados se utilizan para dispersantes, adyuvantes y otros para formulación de plaguicidas. Estos ingredientes inertes tienen grandes ventajas sobre los ingredientes inertes a base de petróleo por ser renovables, biodegradables, menos inflamables y por causar menos problemas médicos y de alergias de los usuarios finales. Por tanto, los productos oleoquímicos de los aceites de palma y de palmiste también tienen un potencial promisorio para ser utilizados como ingredientes inertes en formulaciones de plaguicidas en Malasia.

SUMMARY

The preparation of pesticide prescriptions generally include two main components, which are: the active ingredients and the inactive ingredients. These latter ones are also called supplements and are ingredients which have no pesticide action and are used as moistening agents, dispersing agents, emulsifiers and co-emulsifiers, solvents, transporters/diluents and others. The adjuvants, such as surfactants and the emulsionable oils, always play an important role in the pesticide prescriptions. The adjuvants can enhance the biological efficiency of the pesticides. Approximately 10% of the palm oil production is used for non-food products or for oleochemical applications and one of the potential uses of these oleochemicals is to replace the mineral oils and their derivatives in pesticide prescriptions. Several vegetable oils, including the palm oil and the kernel oil and their derivative oleochemicals are used to produce inactive ingredients such as: emulsifiers, moistening agents, dispersing agents, adjuvants and others for the pesticide prescription. These inactive ingredients have great advantages over the inactive ingredients based on petroleum, since they are renewable, biodegradable, less flammable and cause less medical and allergic problems to the final users. Therefore, the oleochemical products from the palm oils and kernel oils also have a promising potential to be used as inactive ingredients in pesticide prescriptions in Malaysia.

Palabras claves: Aceite de palma, Aceite de palmiste, Oleoquímicos, Plaguicidas, Solventes, Adyuvantes.

¹ Tomadode: PORIM Bulletin (Malasia) No.35, p.27-3S.

² PORIM, P.O. Box 10620, S0720 Kuala Lumpur, Malaysia.

³ PlanPathology Depanament, University; Putra Malaysia.

INTRODUCCIÓN

Una plaguicida es bien un ingrediente activo o una mezcla de químicos formulados específicamente para el control de plagas, malezas y plantas. Los plaguicidas se clasifican según las diferentes clases de formulaciones para controlar plagas, malezas y plantas, por ejemplo, insecticidas, herbicidas, fungicidas y rodenticidas se utilizan para controlar insectos, malezas, hongos y roedores, respectivamente.

La mayoría de los plaguicidas se hacen disponibles para los usuarios finales como productos formulados, en donde los ingredientes activos se preparan en formas que resulten cómodas para los usos proyectados (Ismail et al. 1995; Abdul Rani 1993; Seaman 1990). Por lo general, un ingrediente activo se puede aplicar en estado seco, en forma de polvo y gránulos, o en estado líquido, como concentrados acuosos, concentrados emulsionables, concentrados en suspensión y polvos mojables, o en estado gaseoso como fumigantes.

Por lo general, la preparación de formulaciones de plaguicidas incluirá dos componentes principales, es decir, los ingredientes activos y los ingredientes inertes. Un ingrediente activo es el químico o la mezcla de químicos responsable del efecto deseado, tal como prevenir, destruir, repeler o mitigar insectos, hongos, malezas, roedores u otras plagas. Mientras que los ingredientes inertes, que también se llaman suplementos, son ingredientes inactivos que no tienen acción plaguicida y se utilizan como agentes humectantes, agentes dispersantes, emulsificantes y co-emulsificantes, solventes, transportadores/ diluyentes, etc. (Bohmont 1990).

FORMULACIONES DE PLAGUICIDAS - TENDENCIAS ACTUALES Y DESARROLLOS RECIENTES

En el sector agrícola hay tres grupos principales de plaguicidas, a saber: herbicidas, insecticidas y fungicidas. Los herbicidas se formulan principalmente como concentrados acuosos, los insecticidas como concentrados emulsionables, mientras que la mayoría de los fungicidas se formulan como polvos mojables. Estas tres formulaciones representan más del 80% del

total de formulaciones de los plaguicidas disponibles en Malasia (Pesticide Board Malaysia 1994).

En los países desarrollados está ocurriendo un cambio en las prácticas de formulación, de concentrados emulsionables, polvos mojables y concentrados en suspensión, a emulsiones en agua y gránulos dispersibles en agua (Seaman 1990). Tales tendencias están basadas en el interés de ofrecer productos que sean más seguros

y más cómodos para el usuario final. Por lo tanto, se evitan los productos voluminosos y polvorientos, así como el uso de solventes inflamables o tóxicos. Características tales como: más fácil de medir, empaque más seguro y más fácil de eliminar, cada vez se vuelven consideraciones más importantes. También existe un creciente interés por las formulaciones de emisión controlada, diseñadas para prolongar el tiempo de efectividad del plaguicida, manteniendo bajos niveles en el medio ambiente. Las formulaciones de emisión controlada, como por ejemplo los gránulos dispersibles en agua, también poseen baja fitotoxicidad y reducida toxicidad en mamíferos.

La selección de varias formulaciones depende de seis factores. Estos son: la planta, el animal o la superficie a ser protegida; el equipo de aplicación disponible y la adaptabilidad para el trabajo; el peligro de manejo y la seguridad contra derrames para las personas que los aplican, ayudantes, otros humanos y animales; el costo y el tipo de medio ambiente en el que se hace la aplicación.

Los adyuvantes, tales como surfactantes y aceites emulsionables, siempre juegan un papel importante en las formulaciones de plaguicidas. Los adyuvantes pueden mejorar la eficacia biológica de los plaguicidas. Los desarrollos recientes en esta área incluyen el uso de surfactantes poliméricos que están fuertemente anclados a la superficie de la partícula y que tienen cadenas estabilizadoras que son fácilmente solubles en agua. Esto permitirá la preparación de formulaciones en suspensión altamente concentradas. Además, muchas de las limitaciones asociadas con los concentrados en suspensión se pueden eliminar en presencia de estos surfactantes.

Los agentes de control biológico tienen gran potencial en el futuro. Muchos de estos productos surgen de

La preparación de formulaciones de plaguicidas incluirá dos componentes principales, es decir, los ingredientes activos y los ingredientes inertes.

recientes avances biotecnológicos que conducen a las formulaciones de insecticidas, fungicidas y herbicidas microbiales.

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

Aproximadamente un 90% de las producciones de aceite de palma se utilizan para productos alimenticios y el 10% restante para productos no alimenticios o aplicaciones oleoquímicas (Salmiah 1995). Aunque estas últimas son más pequeñas en volumen, cada vez son más significativas, ya que la mayoría de los productos de aceite de palma son adicionalmente procesados en productos de mayor valor agregado. Con el crecimiento esperado en las producciones de aceite de palma y la tendencia general de que la industria se involucre en actividades más avanzadas, se espera que esta área sea cada vez más importante. Uno de los usos potenciales de estos oleoquímicos es reemplazar los aceites minerales y sus derivados en formulaciones plaguicidas.

Los aceites vegetales, tales como los aceites de soya, de coco, de palma y de palmiste, y sus oleoquímicos derivados se utilizan para producir ingredientes inertes como emulsificantes, agentes humectantes, agentes dispersantes, adyuvantes, solventes, portadores/diluyentes y otros, etc, para formulaciones plaguicidas, como se muestra en la Tabla 1 (Henkel 1995a). Estos ingredientes inertes tienen grandes ventajas sobre los ingredientes inertes a base de petróleo en cuanto que son renovables, biodegradables, menos inflamables y causan menos problemas médicos y alergias a los usuarios finales.

En la industria de plaguicidas, el aceite de palma tiene las siguientes aplicaciones. Existen: concentrado emulsionable, una formulación líquida que contiene el ingrediente activo (i.a.), solvente y un emulsificante que permite facilidad de mezcla con agua; concentrado acuoso, el i.a. mezclado con un aditivo que cuando se mezcla con agua no separará el i.a.; emulsión invertida, el i.a. se dispersa en un aceite portador, en el cual las gotitas no permiten fácil arrastre; y plaguicidas impregnados incorporados dentro de plásticos biodegradables; por ejemplo, collares para perros que proporcionan protección con el tiempo.

Surfactantes (Agentes tensoactivos)

Los surfactantes se utilizan comúnmente para mejorar las características físicas/químicas de la solución de aspersion, por ejemplo, para reducirla tensión interfacial, mejorar las características humectantes de las aspersiones y así mejorar la captación y eficacia de los plaguicidas. Los surfactantes también pueden aumentar la solubilidad del ingrediente activo en la solución de aspersion, pueden afectar la retención de la aspersion, la dispersión de las gotitas, las tasas de secado y otros. (Knoche y Bukovac 1993; Gaskin y Holloway 1992).

Los surfactantes no iónicos son los surfactantes más comunes utilizados como agentes humectantes. El agente humectante es un compuesto que reduce la tensión superficial y causa que un líquido contacte las superficies de las plantas más completamente. Los etoxilatos del alcohol alkyl derivados de aceites vegetales y sus derivados son la clase más importante de surfactantes no iónicos. Ellos son producidos por la reacción alcalina o catalizada por ácido de los alcoholes alkyl con óxido de etileno (Baumann y Biermann 1994).

Tabla 1. Tipos de ingredientes inertes derivados de oleoquímicos [Fuente: Henkel 1995a].

Ingredientes inertes	Usos *									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ésteres metílicos								x	x	
Polliglicósidos de alkyl	x	x	x	x	x					
Ésteres de Sorbitan y sus etoxilatos (EO)	x	x								
Ésteres de glicerol	x	x								
Ácidos grasos de EO y ésteres de glicol polietileno	x	x	x							
Aminas grasas de EO	x			x						
Alcoholes EO y fenoles alkyl	x	x	x	x						
Alcoholes grasos						x				
Sulfatos de éter de alcohol graso	x	x	x	x	x					x

* 1 = emulsionadores
5 = fabricantes de espuma
9 = transportador/diluyente

2 = agentes dispersadores
6 = eliminadores de espumas
10 = cosurfactantes

3 = agentes de remojo
7 = estabilizadores

4 = compatibilizadores
8 = solventes/solubilizadores

Las crecientes preocupaciones por el medio ambiente y la preferencia por materias primas renovables han generado interés en enlazar los dos grupos de tales materiales -aceites y grasas y carbohidratos. Surfactantes en los cuales un residuo alkyl más largo (C8 - C22) es sometido a un carbohidrato en vez del óxido de etileno. Por ejemplo, el poliglicósido alkyl (APG) es un surfactante no iónico que liga las moléculas de glucosa y una cadena alkyl mediante un puente de éter, como se muestra en la Figura 1 (Baumann Biermann 1994).

humectabilidad del APG 2067 y el APG 2069 son similares a los etoxilatos de fenol nonil (NPE) con 9,5 EO, un surfactante no iónico, muy común, a base de petróleo.

Ismail et al. (1996) estudiaron el uso de surfactantes derivados de oleoquímicos a base de palma y formulaciones de glifosato, como se muestran en la Figura 2. Ellos encontraron que la eficacia de las formulaciones de glifosato que contenían surfactante o surfactantes mezclados, derivados de oleoquímicos a

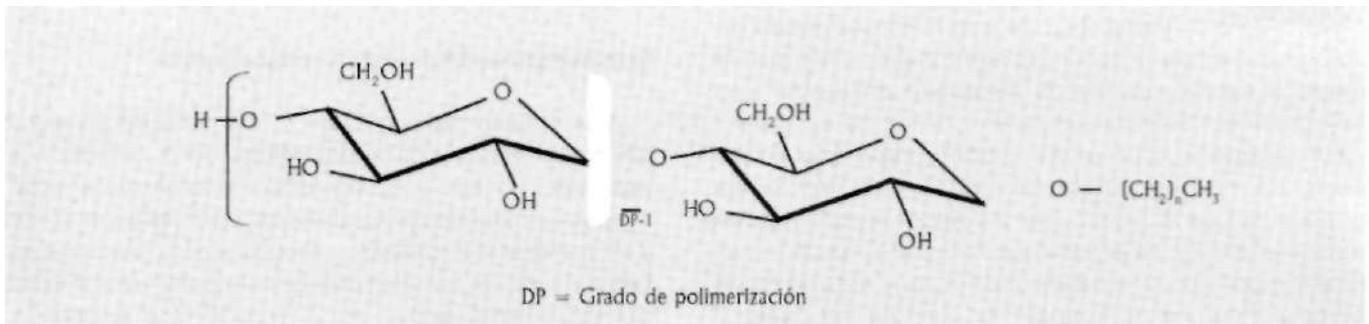


Figura 1. Estructura generalizada de los poliglicósidos alkyl (APG).

Los poliglicósidos alkyl exhiben excelentes características humectantes y de reducción de la tensión superficial/interfacial, sobresalientes características hidrotrópicas y dispersantes, así como electrólito superior y tolerancia al agua dura, comparados con surfactantes de materiales a base de petróleo, como se muestra en la Tabla 2.

Los cambios en el ángulo de contacto de un material hidrofóbico en presencia de un surfactante se pueden utilizar como una medida de las características de expansión y humectabilidad del surfactante. En un estudio realizado por Henkel (1995b), utilizando un sustrato de parafina como modelo de la superficie de una hoja, se descubrió que las características de expansión y

Tabla 2. Características físicas comparativas de alkylpoliglicósidos.

Surfactante	Humectante Draves ¹ , 0,1%	Espuma Ross miles ² , 0,1%	Aceite mineral IFT ³ , 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 = Medido mediante gota giratoria a 25 C - (dinas/centímetros)

base de palma, son comparables al Roundup, un producto comercial de Monsanto, pero es mucho más efectivo que el mismo glifosato. Los tipos de surfactantes utilizados fueron etoxilatos amina alkyl (FAmE), etoxilatos de alcohol alkyl (FAE) y APG.

Solventes

Por lo general, un ingrediente activo se puede aplicar en estado seco, líquido o gaseoso. Existen varios tipos de formulaciones en el estado líquido, por ejemplo, concentrados acuosos, concentrados emulsionables, concentrados en suspensión y emulsión en agua. Actualmente, los solventes comunes que se utilizan son el agua, para ingredientes activos solubles en agua, y aceites minerales (xileno, tolueno, queroseno) para los ingredientes activos que son solubles en solventes no polares.

En los desarrollos recientes hay un cambio de solventes a base de petróleo a solventes derivados de aceites vegetales y sus oleoquímicos. Los aceites vegetales y sus oleoquímicos tienen más ventajas sobre los aceites minerales, ya que son renovables, fácilmente disponibles en todo el mundo, biodegradables, no inflamables y causan menos problemas médicos y alergias al usuario final (Leysen 1992).

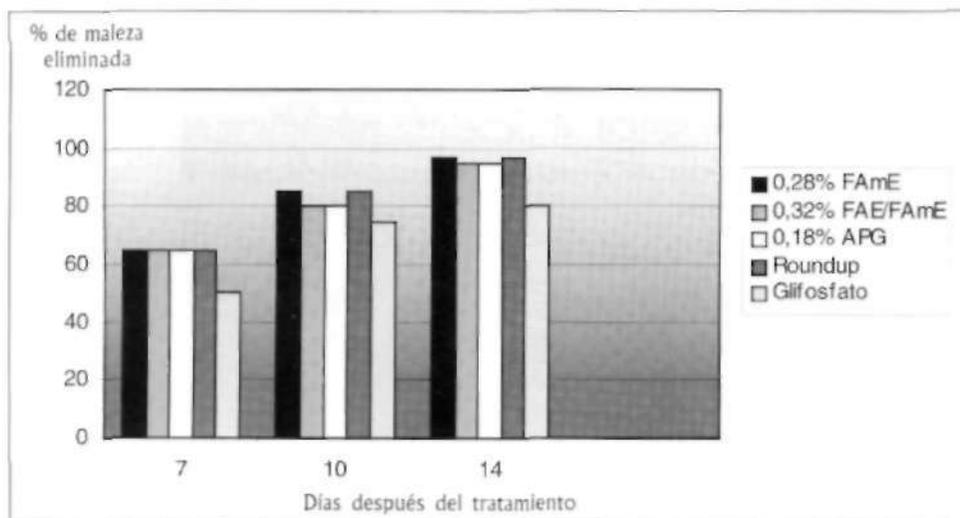


Figura 2. Efectos del surfactante[s] en la bioeficacia de isopropilamina glifosato sobre *Cyperus rotundus* [bajo plena luz del sol].

Ismail et al. (1996) determinaron las viscosidades y tensiones superficiales de algunos ésteres metílicos de ácido graso derivados de aceites de palma y de palmiste, en comparación con aceites minerales, como se muestra en la Tabla 3. Y se encontró que eran comparables. Henkel (1995b) observó hallazgos similares. Estos indican que los ésteres metílicos a base de palma se pueden utilizar como solventes o vehículos para plaguicidas para aplicar sobre la superficie de plantas o sobre insectos.

Ismail et al. (1997) también estudiaron la solubilidad de insecticidas al 5% (peso/peso) del grupo de piretroides

en éteres metílicos a base de palma, como se muestra en la Tabla 4. Los resultados indicaron que los ésteres metílicos derivados de aceites de palma y de palmiste tienen buenas características de solvencia para insecticidas piretroides.

Aceites emulsionables como adyuvantes de aspersion

Un adyuvante es un químico o agente añadido a una mezcla de plaguicida y que ayuda a mejorar la eficacia del ingrediente activo, por ejemplo, surfactantes y aceites emulsionables. Normalmente, el adyuvante es más barato que una masa equivalente de ingrediente activo y por lo tanto se pueden lograr considerables ahorros en el costo y beneficios en el comportamiento.

Hay poca información disponible sobre los efectos de aceites emulsionables sobre la eficacia de los ingredientes activos, a pesar de que los productos patentados están en venta en todo el mundo. Se hace énfasis en el hecho de que los aceites deben ser formulados con un surfactante, si se espera que produzcan una emulsión estable que se pueda asperjar con agua.

La Tabla 3 muestra las características físicas de algunos ésteres metílicos de ácidos grasos derivados de los aceites de palma y de aceites minerales (hidrocarburos). Henkel (1995b) y recientemente Ismail et al. (1996) indicaron que los ésteres metílicos y el aceite mineral que tienen viscosidades y tensiones superficiales comparables, son adecuados como adyuvantes de aspersion para plaguicidas. Los aceites emulsionables se adhieren mejor a las superficies de las hojas de las plantas o a los insectos, y por lo tanto aumentan la persistencia y la eficacia de los ingredientes activos (Leysen 1992; Hamilton 1993). Además, las cantidades de ingredientes activos que se pierden en el medio ambiente son reducidas a un mínimo. Otros investigadores también reportaron que la adición de aceites emulsionables o

Tabla 3. Características físicas de algunos ésteres metílicos de ácido graso y aceites minerales.

Aceites	Características físicas		
	Viscosidad (cP), 25°C	Tensión de la Superficie (mNm ⁻¹), 25°C	Puntos de destello (°C) ^a
Caprato/caprilato metílico	2,3	29,3	80
Laurato metílico	3,2	30,3	130
Mirisato metílico	3,7	30,9	156
Oleato metílico ^a	6,3	-	177
Soyato metílico ^b	5,0	-	177
Coconato metílico ^c	3,2	-	121
Éster metílico de aceite de palma	5,3	32,0	170
Éster metílico de palmiste	3,4	30,6	130
Éster metílico de estearina de palma	5,5	31,8	170
Solvesso 150 ^a	1,5	31,5	66
Xileno ^a	0,7	29,7	28

^a Un ejemplo de nombre de marca para aceites minerales.

a, b, c y d son adoptados de Henkel 1995b.

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

Solventes	Insecticidas			
	Es-fenvalarato	Cypermerrina	λ -cyhalotrina	α -cypermerrina
Éster metílico de aceite de palma	S ^c	S	S	S
Éster metílico de estearina de palma	S	S	S	S
Éster metílico de palmiste	S	S	S	S
Oleato metílico (70-77%)	S	S	S	S
Caprato/caprilato metílico	S	S	S	S
Xileno ^a	S	S	S	S
Solvesso 150 ^b	S	S	S	S

a, b = Solventes a base de aceite mineral.

c = Soluble, indica una solución clara o transparente.

CONCLUSIÓN

ésteres metílicos como adyuvantes de aspersión aumentaron la eficacia de fungicidas y herbicidas, respectivamente (Mostafa et al. 1993; Grayson et al. 1993).

Recientemente, las aplicaciones de aspersión utilizando la tecnología de disco giratorio se están volviendo cada vez más populares debido a los volúmenes de aplicación más bajos (Hassall 1987). Esta técnica en particular, conocida como Aplicación Controlada de Gotitas (CDA), puede aplicar plaguicidas muy uniformemente en volúmenes diluidos (tan bajos como 2 a 3 l/ha). Esto hace práctico el uso de aceites vegetales emulsionables o ésteres metílicos emulsionables como portadores o diluyentes para plaguicidas, ya que el costo de las operaciones de aspersión sería más bajo por hectárea (Robinson y Slossen 1986; Treacy et al. 1986; Kapusta 1985).

Recientemente hay un cambio en las formulaciones de plaguicidas, de productos a base de petróleo, a ingredientes a base de oleoquímicos. Hay varios tipos de ingredientes inertes producidos de aceites vegetales y sus oleoquímicos, por ejemplo, adyuvantes, agentes humectantes, agentes de dispersión, emulsificantes, solventes, diluyentes, etc. para formulaciones de plaguicidas. Estos ingredientes inertes tienen mayores ventajas sobre los ingredientes inertes a base de petróleo, ya que son renovables, biodegradables, menos inflamables y causan menos problemas médicos y alergias a los usuarios finales, otros humanos y a animales domésticos. Se pueden esperar características ecológicas favorables de moléculas de ácidos grasos lineales que no tienen ramificaciones ni estructuras en anillo. Por lo tanto, los productos oleoquímicos de los aceites de palma y de palmiste también tienen el potencial promisorio para ser utilizados como ingredientes inertes en formulaciones de plaguicidas en Malasia.

BIBLIOGRAFÍA

- ABDUL RANI, A. 1993. Pesticide formulations Present trends and recent developments. *The Planters (Malasia)* v.69 no.802, p.3-13.
- BAUMANN, H.; BIERMANN, M. 1994. Oleochemical surfactants today. *Elaeis (Malasia)* v.6 no. 1, p.49-64.
- BOHMONT, B.L. 1990. Glossar for pesticide users. *The Standard Pesticide User's Guide*. Revised and Enlarged. Prentice Hall, Inc. p.367,392.
- GASKIN, R.E. y HOLLOWAY, P.J. 1992. Some physicochemical factors influencing foliar uptake enhancement of glyphosate-mono (isopropylammonium) by polyoxyethylene surfactants. *Pesticide Science (Reino Unido)* v.37, p.141-146.
- GRAYSON, B.T.; WEBB, J.D.; PACK, S.E. 1993. Investigaron 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.127-131.
- 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 Pesticide. Their Metabolism, Mode of Action and Uses in Crop Protection*. p.22-45.
- HENKEL CORPORATION. 1995a. Inert ingredients and uses. *Agricultural Specialties. A Newsletter for The Agricultural Industry*. Henkel Corporation, Cincinnati, Ohio, USA.
- _____. 1995b. Methyl esters in agricultural applications. *A Newsletter for The Agricultural Industry*. Henkel Corporation, Cincinnati, Ohio, USA.
- _____. 1995c. New age surfactants: Agrimul PG 2067 and 2069. *A Newsletter for The Agricultural Industry*. Henkel Corporation, Cincinnati, Ohio, USA.

- ISMAIL, A.R.; SALMIAH, A.; OOI, T.L. 1995. Pesticide formulations - Recent trends and future developments. PORIM Report PO(263)95, General.
- _____; OOI, T.L.; SALMIAH, A. 1996. Utilization of oleochemicals derived from palm and palm kernel oils in pesticide formulations: Recent Developments. In: The IMT-GT Regional Chemistry Conference - Industrial Transformation Through Technology. December 16-18, 1996, University Sains Malaysia. (Abstract).
- _____; DZOLKIFLI, O.; OOI, T.L.; SALMIAH, A. 1997. Pesticide formulations based on oleochemicals derived from palm on oleochemicals derived from palm and palm kernel oils. *The Planter (Malasia)* (En prensa).
- KAPUSTA, G. 1985. Uses of soybean oil in the application of herbicides. *Journal of the American Oil Chemists' Society (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.
- LEYSEN, 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 (*Septoria apicola*) and Powdery Mildew (*Erysiphe graminis*) of wheat with fungicides. *Pesticide Science (Reino Unido)* v.37, p.113-120.
- PESTICIDES BOARD MALAYSIA, KUALALUMPUR (MALAYSIA). 1994. Pesticides formulations registered in Malaysia. In: *Registered Pesticides 1992-1994*.
- ROBINSON, J.R.C.; SLOSSER, J.E. 1986. Controlled droplet application technology for ultra low volume - oil spraying of insecticides in cotton. Evaluation 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. *Selected Reading on Palm Oil and Its Uses*. PORIM, Kuala Lumpur: p.160-182.
- SEAMAN, D. 1990. Trends in the formulation of pesticides. *Pesticide Science (Reino Unido)* v.29, p.437-479.
- TREACY, M.F.; PARKER, R.B.; ANDERSON, R.M.; SCHMIDT, K.M.; BENEDICT, J.H. 1986. Evaluation of petroleum and crop oils as carriers and adjuvants for insecticides. *The Southwestern Entomologist (Estados Unidos) Supplement No. 11*, p.39-43.