

Control de *Opsiphanes cassina* Felder mediante la aplicación aérea de *Bacillus thuringiensis* Berliner var *Kurstaki* (serotipo IIIa y IIIb) y aceites vegetales como portadores

Roberto Añez Fierro.

INTRODUCCION

La transferencia de la dosis correcta y el grado óptimo de cobertura sobre el objetivo biológico son aspectos cruciales en la aspersión aérea de agentes microbiales para control de insectos ya que su acción está restringida a la ingestión oral (9). Esta cobertura está afectada por el tamaño de gota y el volumen aplicado, y éste a su vez por el equipo de aspersión utilizado (5). Además, los principales problemas que pueden tener los insecticidas biológicos son el daño mecánico y el calor excesivo. Estudios realizados por Ann Sorensen y Falcon en 1979 (2) utilizando mezclas de *Bacillus thuringiensis* Berliner (*Bt*): aceite crudo de semilla de algodón aplicado por vía terrestre con un equipo controlador del tamaño de gota usado para fines experimentales (Microgen MS2W-15), mostraron que con las mezclas *Bt*: aceite de algodón en proporciones de 1:4, 1:8 y 1:16 se aumentó el porcentaje de recuperación de esporas comparado con mezclas con menores cantidades de aceite o sin él.

En otro reporte, Smirnoff (14) detalla que se deben cumplir ciertos requisitos tecnológicos para garantizar la eficiencia de tratamientos de *Bt* contra la plaga forestal *Choristoneura fumiferana* (Clem.) en Canadá; entre otros: la preparación comercial de la bacteria debe ser de muy buena calidad y deberá estar formulada con quitinasa, un antievaporante y un adherente, en un volumen final de 4,7 litros/ha. Esto se puede lograr utilizando aceites vegetales como portadores y atomizadores rotativos tipo Micronair. Figuras 1 y 2.

* PORTAGOTAS: Oleína de Palma+Emulsificantes (93:7)
CARRIER: Marca Registrada de Stoller Enterprises.

1 I.A. PALMAS OLEAGINOSAS DE CASACARA, COLOMBIA.

Los ensayos realizados en Colombia utilizando oleína de palma como portador de agroquímicos en algodón (7) así como los muchos experimentos realizados en los Estados Unidos con aceite de soya y de semilla de algodón, y el tradicional enfoque de control biológico de insectos plaga que se sigue en plantaciones de palma africana sirvieron de base para la presente experiencia. No sobra insistir en que los altos precios de los insecticidas así como su aplicación constituyen un porcentaje importante en el total de los costos de los cultivos en general —sujetos al vaivén de los mercados nacional o internacional—, de tal forma que su grado de competitividad dependerá de una mayor eficiencia en todas las actividades o labores que se realicen en el campo. La utilización de menores volúmenes de mezcla por hectárea en las aplicaciones aéreas o terrestres conlleva una mayor eficiencia y consecuentemente un costo menor.

ESTUDIO DE CASO

El presente estudio se realizó en una plantación de Palma Africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), en la Finca Centenario de propiedad de Palmas Oleaginosas de Casacará y localizada en el Municipio de Codazzi en el Departamento del Cesar. Durante el segundo semestre de 1988 se realizaron aplicaciones aéreas para el control de *Opsiphanes cassina* Felder utilizando:

- A- Un (1) Kilogramo de *Bt*+ un (1) litro de Carrier (R)+ Agua;
- B- 750 gramos de *Bt* + 0.5 litros de Carrier + 0.5 litros de Portagotas * + Agua;
- C- 650 gramos de *Bt* + 1.0 litros de Portagotas + Agua.

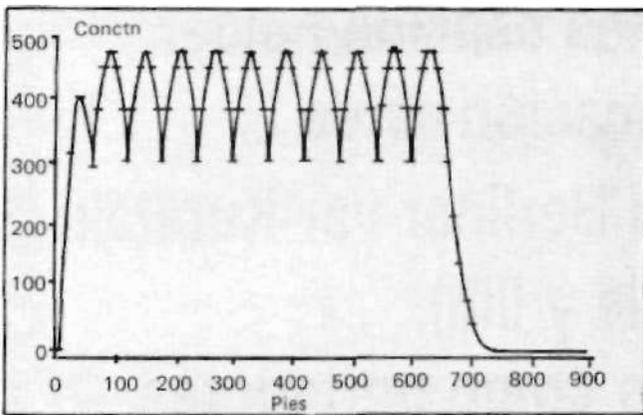


Figura 1. Curvas de depósito de múltiples pasadas de una aeronave en aspersiones a base de agua las cuales muestran un aumento en la deposición de permetrina cerca a cada uno de los centros de pasada y una disminución cerca a las zonas de traslape (márgenes de pasada). (12)

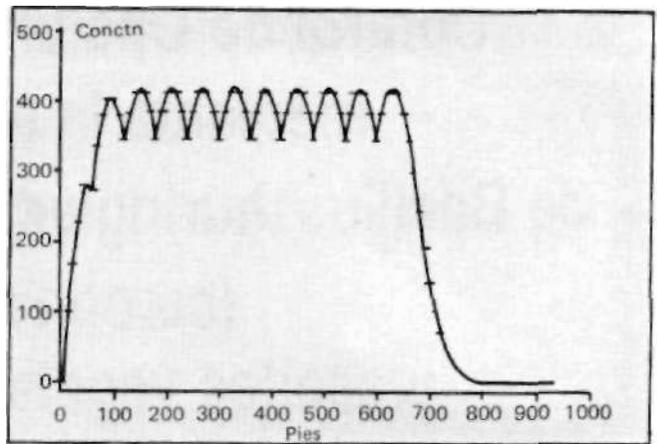


Figura 2. Curvas de depósito de múltiples pasadas de una aeronave en aspersiones a base de aceite las cuales muestran un depósito de permetrina más uniforme a través del área tratada. (12)

La cantidad de agua agregada fue la necesaria para completar una mezcla a aplicar de cuatro (4) galones por hectárea. Se utilizó un avión Cessna AG-Wagon con 8 unidades rotativas Micronair AU-5000 (13), un ancho de pasada de 20 metros, una presión de 40 libras por pulgada cuadrada y una velocidad de 110 m.p.h. El ángulo de las palas en cada una de las unidades Micronair fue de 45 grados para producir un tamaño de gota de 160 micrones y se fijó la Unidad Restrictiva Variable en el No. 13 para el volumen de mezcla por hectárea mencionado.

Los niveles de infestación se determinaron mediante el muestreo estadístico de palmas contando el número de larvas por hoja y el promedio por lote, y comparando estos valores con el nivel considerado como crítico (de 10-15 larvas por hoja) antes y después de cada aplicación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se obtuvieron controles sobre la población de **Op-siphanes cassina** entre el 70 y el 90% para los lotes tratados en cada una de las aplicaciones, observándose mortalidad en larvas de distintos tamaños lo cual es un índice de la buena cobertura de la aspersión pues las larvas en sus primeros instares se localizan en el envés de las hojas.

Lo anterior, comparado con las prácticas convencionales para el control de este insecto plaga (consistentes en la aplicación de un (1) kilogramo de Bt y un volumen de mezcla por hectárea mayor de 20 galones) permitió la siguiente economía en términos de costos/ha:

Aplicación convencional con agua

Costos Aspersión aérea mezcla	
20 gal/ha	\$ 3.200,00
Costo un (1) kilogramo de Bt/ha	: \$ 5.803,00
TOTAL	: \$ 9.003,00

Aplicación con menor volumen de mezcla y Portagotas

Costo Aspersión aérea mezcla	
4 gal/ha	\$ 1.800,00
Costo de 650 gramos de Bt/ha	: \$ 3.772,00
Costo de un (1) litro de Portagotas/ha	: \$ 1.216,00
TOTAL	: \$ 6.788,00
DIFERENCIA	: \$ 2.215,00
	= 25 %

La importancia tanto por el ahorro en dinero como por la mayor eficiencia del producto, sobre todo tratándose de un insecticida biológico y siendo polvo mojable, es de gran significancia puesto que este tipo de productos se encuadran dentro del Manejo Integrado de Plagas.

Por otra parte, en nuestro medio agrícola es común atribuir a los agroquímicos comerciales la poca efectividad de una aspersión aérea, produciéndose entonces el uso de sobredosis o **bombas**, con amplia repercusión negativa sobre el medio ambiente. Esto, lógicamente unido a la mala calibración de los equipos de aplicación en las aeronaves, y en la mayoría de las veces, a decolajes con menos de la carga adecuada en términos de peso y volumen en el tanque de líquidos (ó mal llamado tanque de "fumigación") para depositar la mezcla por hectárea

recomendada por el Asistente Técnico. Ejemplos hay muchos, pero entre otros podemos mencionar la catástrofe algodонера de los años 1977-78, cuando llegó a su máxima expresión el fenómeno de resistencia en **Heliothis virescens**, y no es de descariarse algo parecido con el "picudo" (**Anthonomus grandis**) pues la presión de selección con Metil Parathion es bastante intensa.

Además, si tenemos en cuenta nuestra ubicación Tropical, también tenemos la mayor incidencia solar y por ende la mayor radicación de rayos ultravioleta por el deterioro de la hoy famosa capa de ozono, y su efecto sobre cualquier aspersión también será notorio.

Vale la pena entonces enumerar algunas de las características de un caldo de aspersión y su entorno antes y después de alcanzar el objetivo biológico de control:

- 1- El vehículo portador normalmente utilizado es el agua, pero las fuentes regulares en pistas para aviones agrícolas tienen un pH mayor de 7.00 lo cual produce el primer deterioro del agroquímico.
- 2- El espectro del tamaño de gotas producido por el atomizador utilizado en el equipo de aspersión del avión es poco uniforme para el caso más común de las boquillas hidráulicas, pues normalmente su mantenimiento es deficiente, y su buen funcionamiento estará relacionado en proporción directa al desgaste del orificio de salida y al ángulo de inclinación de la misma boquilla contra la masa de aire en el desplazamiento del avión. Figura 3.
3. El tamaño de las gotas sufre un deterioro en su caída hacia el objetivo y dependerá de su tamaño inicial y de la altura de caída. En la Tabla 1 (4) se muestra el tiempo de vida de las gotas de agua y la distancia que alcanzan antes de desaparecer, y en la Tabla 2 (4) se aprecia claramente que la densidad de las gotas llega a ser muy pobre para aquellos tamaños mayores de 200 micrones para aplicaciones en Bajo Volumen (BV).
4. Los factores ambientales (temperatura, radiación solar, el viento y la lluvia, principalmente) ejercen una influencia negativa sobre la efectividad de los agroquímicos.

Todos los puntos anteriores han generado un cúmulo de información el cual cubre aspectos relacionados con las boquillas o el equipo atomizador,

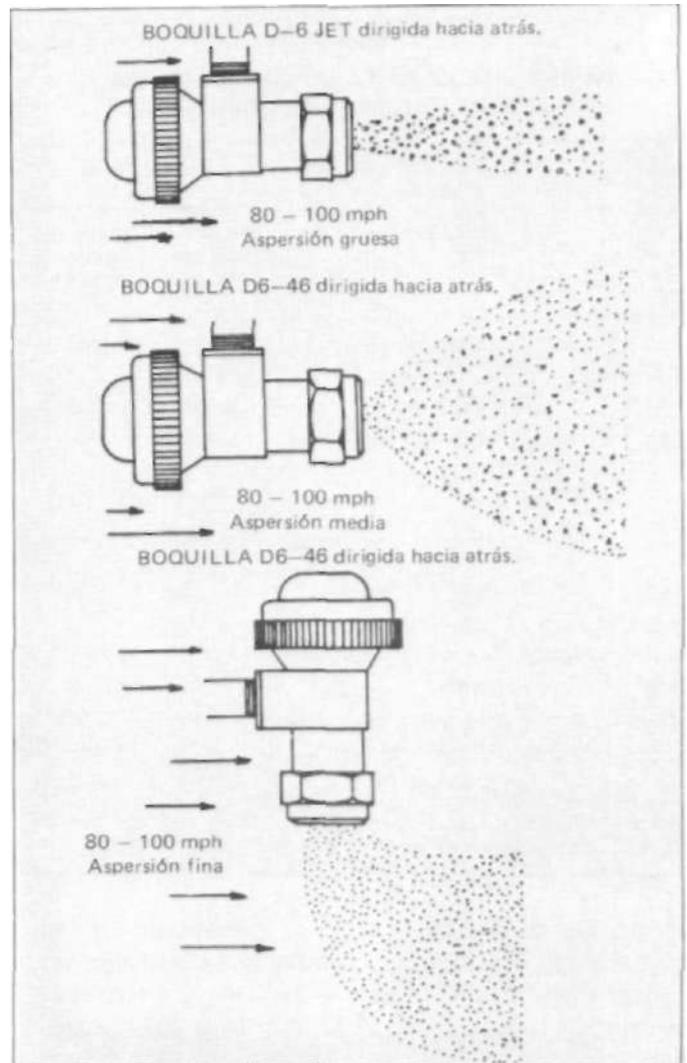


Figura 3. Orientación de las boquillas para obtener diferentes tamaños de gota.

Tabla 1
TAMAÑO DE LA GOTA DE LA ASPERSION Y SU EFECTO SOBRE LA DERIVA

Diámetro de gota u	Tasa de caída (pies/seg)	Tiempo para caer 18 pies en el aire (seg)	Distancia de la deriva en 10 pies de caída con un viento de 3 mph (pies)	Agua de Evaporación*	
				Tiempo de vida de una gota (seg)	Distancia de caída en el tiempo de vida (pulg)
5	0.0025	3960	15,800	.04	<1
10	0.001	1020	4,500	.2	<1
20	0.004	230	1,109	.7	<1
50	0.25	40	178	4	3
100	0.4	11	48	16	96
150	0.9	8.5	25	36	480
200	1.5	5.4	15	65	1512
500	3.8	1.6	7	400	>15000
1000	7.0	1.1	5	1,620	>>15000

* Temperatura del aire 86 F; Humedad Relativa 50%.

Tabla 2
TAMAÑO DE LA GOTA DE LA ASPERSIÓN Y SU EFECTO SOBRE LA COBERTURA

Diámetro de gota (u)	Tipo de gota	Área relativa a una gota de 10 u	Volumen relativo a una gota de 10 u	Aplicación de 1 gal/acre*	
				No. de gotas por pulg.	Cobertura relativa a gotas de 1000 u
5	Niebla seca	1/4	1/8	9,220,000	200
10		1	1	1,150,000	100
20	Niebla húmeda	4	8	144,000	50
50		25	125	9,220	20
100	Lluvia fina	100	1,000	1,150	10
150		225	3,375	342	6.7
200	Lluvia ligera	400	8,000	144	5
500		2,500	125,000	9	2
1000	Lluvia fuerte	10,000	1,000,000	1	1

* 1 acre=0.4 ha.
Tomado de: Bode, L.E. y Butler, 1981, The Three D's of Droplet Size: Diameter, Drift and Deposit (4)

el modelo de la aspersión o su distribución en el área tratada y el objetivo biológico a controlar, las condiciones atmosféricas y la deriva, entre muchos otros más (2, 3, 4, 8, 11, 12, 15 y 16), con un denominador común: **la búsqueda de una mayor eficiencia en las aspersiones aéreas y consecuentemente un menor impacto ambiental.**

Conviene entonces, si no definir, por lo menos precisar que la **DERIVA** consiste en aquella por-

ción de la aspersión que no alcanza el área a tratar y se desplaza fuera de la misma permaneciendo en suspensión en el aire, pues el tamaño de sus partículas, menores de 100 micrones DMV (Diámetro Medio en Volumen), no le permite alcanzar la superficie de las plantas.

Desafortunadamente, toda aspersión contiene gotas pequeñas y la deriva nunca será cero (0), pero podemos afirmar que ésta y la eficiencia de la aspersión son variables dependientes: la deriva será mínima cuando la eficiencia de la aspersión sea máxima. (9) En la Figura 4 se puede apreciar el patrón de distribución de la aspersión el cual se divide en tres partes: el ancho de la pasada, la sobreposición o el traslape entre una pasada y otra, y la deriva.

Debemos mencionar ahora algunos de los efectos positivos de los aceites vegetales como portadores de agroquímicos haciendo referencia a los doctores Akesson y Yates de la Universidad de California: "El efecto más significativo de los aceites vegetales como portadores está en la tasa de evaporación de las gotas. Los aceites son no volátiles y permanecen más tiempo, quizás días, en su estado inicial si se comparan con el agua la cual se evapora en cuestión de minutos" (1). Son pues, en resumen, los aceites vegetales una herramienta para contrarrestar los efectos adversos en una aspersión en términos físicos y ambientales. Además, otras ventajas del uso de aceites vegetales como portadores son el potencial de reducción en el volumen total aplicado, una mayor actividad biológica al permanecer mayor tiempo en estado activo el agroquímico y un aumento en el depósito de material en el área tratada.

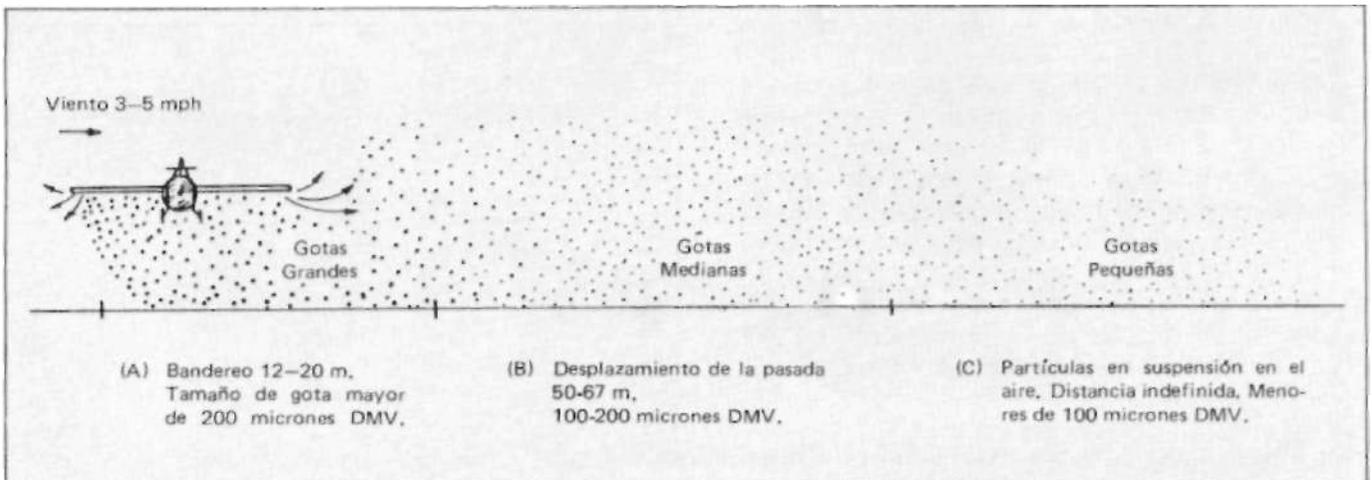


Figura 4. Patrón de distribución de la aspersión. Tamaño de gota liberado desde el equipo: 300-400 micrones DMV.

BIBLIOGRAFIA

1. Akesson, N.B. y W.E. Yates, 1983. Laboratory and Field Studies on Vegetable Oil-base Spray Applications. Paper No. ASAE-83-1510, American Society of Agricultural Engineers. 16.p.
2. Ann Sorensen, A. y L.A. Falcon, 1980. Microdroplet Application of *Bacillus thuringiensis*: Methods to increase Coverage on Filed Crops. Journal of Economic Entomology 73(2): 252-257.
3. Barry, 4.W. y W.M. Ciesla, 1981. Managing Drift in Forest Spray Operations. Aerial Applicator 19(9): 8-12.
4. Bode, L.E. y B.J. Butler, 1981. The Three D's of Droplet Size: Diameter, Drift and Deposit. Paper No. AA-81-004, American Society of Agricultural Engineers. 16p.
5. Boving, P.A. y otros, 1971. Equipment Needs for Aerial Application of Microbial Insecticides. Amer. Soc. Agr. Eng. TransASAE 14(1): 48-51.
6. Brazelton, R.W. y otros, 1986. The Safe Application of Agricultural Chemicals-Equipment and Calibration. Cooperative Extensión University of California and USDA. 46p.
7. Briñez, O. 1989. Uso del aceite de palma africana en la aplicación aérea de agroquímicos. Revista Palmas 10(1): 27-45.
8. Dale, P. 1981. Drift Control Additives-Why? Aerial Applicator 19(9): 6-7.
9. Falcon, LA. y otros, 1974. Pioneering Research on Aerosol Application of Insect Pathogens. Calif. Agric. 28: 11-3.
10. Himel, Ch.M., 1984. Pesticide Spray Efficiency: A New Pest Management Strategy. In: Professional Standars for Aerial Application of Pesticides in California, Vol. II, Technical Appendix. Compiled and Edited by J.E. Taylor et al. HRRO and CAAA, pp. 79-92.
11. Joyce, R.J.V., y otros, 1977. Efficiency in Pesticide Application. In: Pesticide Management and Insecticide Resistance. D.L. Watson and A.W.A. Brown, eds, Academic Press, N.Y. pp. 199-216.
12. McDaniel, S.G. y otros, 1983. Aerial Drift Profile of Oil and Water Sprays. Agricultural Aviation, Feb/83: 25-29.
13. Micronair (Aerial) Limited, 1985. Micronair AU-5000 and AU-5000-2 Mini Atomiser Handbook. 58p.
14. Smirnoff, W.A., 1980. Technological Requirements for a Successful *Bacillus thuringiensis* Application Against Spruce Budworm. Bi-monthly Research Notes, Laurentian Forest Research Centre, Ste Foy, Quebec, Canadá. 36(6): 29-30.
15. Whitney, R.W. y otros, 1981. Speed, Altitude and Nozzle Angle Effects on Single Nozzle Patterns. Paper No. AA-81-005, American Society of Agricultural Engineers. In: Professional Standards For Aerial Application of Pesticides in California Vol. II, Technical Appendix. Compiled and Edited by J.E. Taylor et al. HRRO and CAAA, pp. 96-114.
16. y D.K. Kuhlman, 1983. Patern Analysis of Agricultural Aircraft. SAE Technical Paper Series 830765. In: Professional Standards For Aerial Application of Pesticides in California Vol. II, Technical Appendix. Compiled and Edited by J.E. Taylor et al. HRRO and CAAA, pp. 53-61.

Haga la visita mas productiva del año, venga a



**CORPORACION FINANCIERA
DEL NORTE, S. A.
COFINORTE**

Barranquilla: Carrera 55 No. 75-163 - Tels. 58 22 00 - 58 18 18
Medellín: Calle 16 No. 41-210 Local 106 - Tels. 262 29 07 - 262 29 27 - 262 29 47
Cartagena: Edificio Banco Central Hipotecario. Piso 7o.
Bogotá: Carrera 7a. No. 24-89 Piso 25 - Tels. 234 51 28/58
Carrera 11 No. 90-73 - Tels. 218 73 77 - 218 73 66