

16108

BIBLIOTECA AGROPECUARIA

DE COLOMBIA

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO
SUBGERENCIA DE PROTECCION A LA PRODUCCION AGROPECUARIA
DIVISION DE SANIDAD VEGETAL
SANIDAD PORTUARIA

✓
**EVALUACION DE LA OLEINA DE PALMA AFRICANA
PARA LA APLICACION DE AGROQUIMICOS
EN CULTIVOS**

Por: ^{J.} ORLANDO BRIREZ RAMIREZ* ✓

Bogotá, 1990

* Ingeniero Agrónomo. Sanidad Portuaria ICA. Regional 1
Eldorado, A.A. 151123, Bogotá, D. E.

CONTENIDO

Página		06
1.	RESUMEN	07
2.	INTRODUCCION	08
3.	REVISION DE LITERATURA	10
4.	MATERIALES Y METODOS	10
4.1	Lotes arroceros	12
4.2	Tratamientos	12
4.3	Aeronave y equipo de aspersión	12
4.3.1	Boquillas hidráulicas	12
4.3.2	Micronair AU-4000	12
4.4	Parámetros de las aspersiones	14
4.4.1	Parámetros fijos	14
4.4.2	Parámetros no controlados	14
4.5	Colectores de gotas	14
4.5.1	Portatarjetas	14
4.5.2	Colorante	15
4.5.3	Tarjetas	15
4.6	Determinación de la densidad y tamaño de gotas.	15
4.6.1	Densidad de gotas	15
4.6.2	Tamaño de gota	16
4.7	Análisis estadísticos	16
5.	RESULTADOS Y DISCUSION	16
5.1	Cubrimiento	
5.1.1	Gotas/cm ² sobre el Tercio Superior	
5.1.2	Penetración: Gotas/cm ² sobre los Tercios Medio e Inferior.	18
5.1.3	Cobertura general obtenida en los Tercios Superior, Medio e Inferior.	19
5.1.4	Efecto de interacción de los tratamientos por posición.	20
5.2	Tamaño gota	23
5.3	Evaluación de la cobertura en relación con el Ancho de Pasada y "Traslapes".	24
5.4	"Deriva" y evaporación	27
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
7.	SUMMARY	39
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	40

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Datos relacionados con los diferentes tratamientos efectuados en cultivos de arroz de fanguero, Distrito de Riego Zulia, Norte Santander, Cúcuta.	11
Tabla 2. Parámetros y condiciones meteorológicas de las aplicaciones para los diferentes tratamientos realizados con el avión Piper-Pawnee-235, matrícula.HK-659-E.	13
Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre la densidad de cobertura promedio, gotas/cm ² , recolectadas en las tarjetas kromekote colocadas en el Tercio Superior de las plantas de arroz.	17
Tabla 4. Efecto de los tratamientos sobre la densidad de cobertura promedio, Gotas/cm ² recolectados en las tarjetas kromekote ubicadas en el Tercio Medio de las plantas de arroz.	18
Tabla 5. Efecto de los tratamientos sobre la densidad de cobertura promedio, Gotas/cm ² recolectadas en las tarjetas kromekote situadas en el Tercio Inferior de las plantas de arroz.	19
Tabla 6. Efecto de los tratamientos sobre la densidad de cobertura promedio, Gotas/cm ² recolectados en las tarjetas kromekote colocadas en Tercio Superior, Medio e Inferior de las plantas de arroz.	20
Tabla 7. Promedios de Gotas/cm ² recolectadas según la posición de la tarjeta kromekote en las plantas de arroz.	20
Tabla 8. Interacción de los tratamientos Vs. Posición de las tarjetas kromekote en las plantas de arroz.	21
Tabla 9. Efecto de los tratamientos sobre el tamaño de gota promedio en micras, recolectadas en las tarjetas kromekote colocadas en el Tercio Superior, Medio e Inferior de las plantas de arroz.	23

Tabla 10. Tamaño promedio en micras de las gotas recolectadas según la posición de la tarjeta kromekote en las plantas de arroz.	24
Tabla 11. Análisis de variación de tamaño de gotas en Micras de los diferentes tratamientos.	25
Tabla 12. Coeficientes de variación de los tratamientos en relación con el promedio de Gotas/cm ² recolectadas en las tarjetas kromekote colocadas a diferentes alturas en las plantas de arroz.	26
Tabla 13. Análisis teórico sobre desplazamiento de gotas con relación a su Diámetro Volumétrico Medio y recuperación y pérdida de Gotas/cm ² con relación al volumen aplicado de 10 Gal/ha de mezcla agroquímica.	34

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Tratamientos Vs. posición tarjeta kromekote en las plantas de arroz. Duncan ($P < 0.05$)	22
Figura 2. Cubrimiento de la aspersión con un volumen de 10 Gal./ha., sin aceite, en tres pasadas consecutivas del avión Pawnee 235 con 42 unid. de Boquillas hidráulicas D-6. Difusor 45, ángulo 90° Bandereo: 16m. Altura: 1.5-2.0m. D.V.M.= 121 micras. C.V.= 40.04%. Cultivo: arroz. 75 días.	28
Figura 3. Cubrimiento de la aspersión con un volumen de 10 Gal./ha., sin aceite, en tres pasadas consecutivas de avión Pawnee 235 con 6 unidades Micronair AU-4000, ángulo 45° Bandereo :16m. Altura: 1.5-2.0 m. D.V.M = 128 micras. C.V.= 36.11%. Cultivo: Arroz. 70 días.	29
Figura 4. Cubrimiento de la aspersión con un volumen de 10Gal/ha. con CARRIER, en tres pasadas consecutivas de avión Pawnee 235 con 42 unid. de Boquillas hidráulicas D-6. Difusor 45. ángulo 90° Bandereo: 16m. Altura: 1.5-2.0m D.V.M= 128 micras. C.V.= 34.18% Cultivo: arroz. 70 días.	30
Figura 5. Cubrimiento de la aspersión con un volumen de 10 Gal./ha.. con CARRIER en tres pasadas consecutivas de avión Pawnee 235 con 6 unid. de Micronair AU-4000, ángulo 45° Bandereo: 16 m. Altura: 1.5-2.0m. D.V.M.= 128 micras. C.V.= 44.57%. Cultivo arroz. 70 días.	31
Figura 6. Cubrimiento de la aspersión en un volumen de 10 Gal./ha., con PORTAGOTAS, en tres pasadas consecutivas de avión Pawnee 235 con 42 unid. de Boquillas hidráulicas D-6. Difusor 45. ángulo 90° . Bandereo: 16m. Altura: 1.5-2.0m. D.V.M.= 127 micras. C.V.=41.31%. Cultivo: arroz. 65 días.	32

Figura 7. Cubrimiento de la aspersión con un volumen de 10 Gal./ha., con PORTAGOTAS, en tres pasadas consecutivas de avión Pawnee 235 con 6 unid. de Micronair AU-4000, ángulo 45° Bandereo: 16m. altura: 1.5-2.0m. D.V.M.= 129 Micras. C.V.= 29.66% Cultivo: arroz. 70 días

RESUMEN

1.

Para evaluar la eficacia del uso de los aceites vegetales en la aplicación de volúmenes de mezclas de agroquímicos, se llevó a cabo sobre cultivos de arroz de fanguos ubicados en el Distrito de Riego del río Zulia, departamento del Norte de Santander, varias pruebas de aplicaciones aéreas realizadas con una aeronave Piper-Pawnee-235 y equipada según el caso con Boquillas hidráulicas y Micronair AU-4000, tendientes a evaluar los parámetros de cobertura en relación con el número de Gotas/cm² y tamaño de las mismas.

Aprovechando los diferentes productos formulados por los Asistentes Técnicos, se ensayó el producto denominado PORTAGOTAS a base de Oleína de Palma Africana, Elaeis guineensis, frente al producto conseguido actualmente como CARRIER, a base de aceite de soya, en dosis de 1.0 lit./ha para un volumen total de aplicación de 10 Gal./ha de mezcla agroquímica.

Estadísticamente se encontraron diferencias altamente significativas para los tratamientos con PORTAGOTAS. Los conteos de Gotas/cm² y su tamaño se determinaron por métodos indirectos con la adición de un colorante en las mezclas de agroquímicos, como marcador de gotas sobre tarjetas kromekote, ubicadas en los Tercios Superior, Medio e Inferior de las plantas de arroz.

Los tamaños de gota determinados por el método de factores de expansión, fueron de 108-128 micras de Diámetro Volumétrico Medio con resultados de conteos promedio de 47-150 Gotas/cm², cuando la mezcla agroquímica contenía aceite vegetal, produciéndose así, un alto cubrimiento de superficie y de acción vertical o penetración dentro del follaje del cultivo.

2.

INTRODUCCION

Un buen control de los problemas fitosanitarios que inciden en la agricultura, no solo depende de la calidad del producto, sino de otros aspectos como los relacionados con el sistema de aplicación, las técnicas y/o parámetros de aplicación empleados, la calibración de los equipos para conseguir un buen cubrimiento determinado por el tamaño de la gota y densidad de éstas sobre el área tratada, el microclima y condiciones atmosféricas que en un momento dado pueden ser favorables o adversas a la aplicación, la calidad del agua de mezcla, el estado de desarrollo del problema fitosanitario a controlar, etc.

La evaporación produce la pérdida de muchas gotas emitidas por el equipo espesor, incrementándose a medida que aumenta la temperatura y disminuye la humedad relativa ambiental. Así mismo, la altura de aplicación, los vientos presentes y la turbulencia producida por el desplazamiento de la aeronave, aumentan la evaporación y deriva de las gotas que llevan el ingrediente activo hacia el objeto de control, perdiéndose en consecuencia un buen porcentaje de la eficiencia de una aplicación de agroquímicos.

Por tradición, se viene empleando el agua como diluyente para la aplicación de los agroquímicos sobre un cultivo, constituyéndose a través de la gota, en el vehículo o medio de transporte para que el ingrediente activo de un producto llegue a su objetivo o problema fitosanitario que se desea controlar. En consecuencia el éxito de una aplicación de agroquímicos, depende en gran parte del tamaño y densidad de las gotas producidas, las cuales hoy en día se pueden proteger ante los factores adversos, especialmente la evaporación, mediante el uso de los aceites vegetales a base de soya y algodón y ahora de oleína de Palma Africana, Elaeis guineensis.

Trabajos realizados con el aceite de palma africana en la aplicación aérea de agroquímicos para control de plagas en algodón y palma africana, mostraron los buenos resultados de la oleína de palma africana en el mejoramiento de las aplicaciones de agroquímicos (4A, 4B, 10), motivo por el cual la Federación de Cultivadores de Palma Africana FEDEPALMA solicitó al ICA la licencia de venta del producto comercial "PORTAGOTAS", a base de oleína de palma, para ser utilizado en aplicaciones aéreas de agroquímicos. El ICA solicitó la evaluación complementaria del producto en otro cultivo.

El presente trabajo tiene como fin evaluar la eficacia del uso de la oleína de Palma Africana denominado PORTAGOTAS, en el cultivo de arroz, frente a un producto a base de soya, CARRIER, actualmente existente en el mercado y bajo dos sistemas de aplicación por vía aérea. Boquillas hidráulicas y Micronair.

3.

REVISION DE LITERATURA

El uso de los aceites vegetales (24), surgió como respuesta en la búsqueda de la disminución de la dependencia de los aceites derivados del petróleo, comúnmente utilizados en la fabricación de agroquímicos (38) y como reemplazo para disminuir los altos volúmenes de agua por unidad de superficie, usados como vehículos físicos en la aspersión.

Las condiciones tropicales dificultan la eficacia de una aspersión de agroquímicos, perdiéndose una buena parte de ellos antes de llegar a su objetivo.

Es importante, conocer las propiedades físicoquímicas de los agroquímicos para entender su comportamiento sobre el objetivo de control, inicialmente su estabilidad ante los factores ambientales después de aplicado. "La eficiencia en la aplicación de un agroquímico demanda el desarrollo de sistemas que integren la formulación del mismo con el equipo y el método de aplicación, de tal forma que la dosis correcta en el rango óptimo de tamaño de gota pueda ser transferida hasta un objetivo biológico definido con el mínimo de pérdidas" (25).

Para realizar la aplicación de un agroquímico en forma líquida, los productos en sus dosis apropiadas deben ser diluidos en un vehículo, generalmente agua (19) con el fin de dar volumen y cubrir el objetivo extendido sobre un área determinada. El agua es el portador tradicional, pero en la mayor parte de los casos, no constituye el mejor vehículo, debido a sus características de volatilidad y/o evaporación, tensión superficial, viscosidad, poder de penetración, etc. (17).

La adición de aceite a un agroquímico, no solo reduce los volúmenes de mezcla a aplicar por unidad de superficie, sino que en algunos casos, permite reducir sus dosis sin afectar la eficacia de control, como lo han demostrado algunos trabajos realizados en el Brasil (4,20,29).

En la necesidad de encontrar alternativas más económicas y efectivas para la aplicación de agroquímicos, teniendo en cuenta la gran efectividad del uso inicial de los aceites minerales, los investigadores han tratado de sustituirlos paulatinamente por productos de mayor estabilidad económica, que sean renovables y en lo ideal que no produzcan toxicidad, buscando esa alternativa en los aceites de origen vegetal (38).

En trabajos realizados sobre efectividad de herbicidas (36), se demostró que con la adición de aceites vegetales se pueden reducir los volúmenes de mezcla, sin que el efecto del herbicida se modifique.

En condiciones de laboratorio, se evaluó el efecto de la adición de aceite vegetal sobre la Atrazina, encontrándose que reducía sustancialmente las pérdidas por evaporación e incrementaba la translocación del herbicida (35). En otro ensayo se comprobó que el aceite proveniente del algodónero, reducía las pérdidas de evaporación de la Trifluralina y del Metil Paration (27).

Para contrarrestar el efecto de lavado por lluvias de un agroquímico después de aplicado, los aceites vegetales, mediante su propiedad de naturaleza no polar, son compatibles con la superficie de las hojas formando una fina película que se adhiere a las hojas protegiendo así el agroquímico (17).

Existen productos extremadamente sensibles a las radiaciones luminicas para que la degradación tenga lugar (19,23,33), para lo cual la alternativa de proteger el agroquímico con aceite vegetal, puede ser válida. Así mismo, la hidrólisis o efecto del PH del agua en condiciones extremas degrada un agroquímico en el momento mismo de hacer la mezcla (23,33) y mediante la protección con un coadyuvante como aceite vegetal, sería la otra alternativa válida para la solución de la mayoría de las aguas de mala calidad disponibles en las pistas de aplicación.

Los aceites vegetales son biológicamente activos, porque pueden penetrar dentro de la planta y transportar el ingrediente activo del producto, lo cual es muy ventajoso para el efecto de algunos herbicidas (23,33).

Muchos de los agroquímicos son muy volátiles, por lo cual se requiere en ocasiones, acortar el intervalo de aplicación para atacar un problema, pero mediante el uso del aceite vegetal, la volatilidad química se reduce significativamente (23,33).

La "deriva" o desviación del producto fuera del objetivo, puede ser causa de varios factores ambientales que actúan sobre las gotas, tales como las altas temperaturas, baja humedad relativa, presencia de fuertes vientos, evaporación rápida del vehículo agua, todo esto ocasionando finalmente que el producto no llegue a su destino. Desafortunadamente, toda aspersión contiene gotas pequeñas y la "deriva" nunca será nula, pero podemos afirmar que la "deriva" y la eficiencia de la aspersión son variables dependientes: la deriva será mínima cuando la eficiencia de la aspersión sea máxima (10,21).

El aceite vegetal como antievaporante, eliminaria dicho problema, evitando así que las gotas no reduzcan drásticamente su tamaño (3,23,33).

La reducción de los altos volúmenes de mezclas de agroquímicos por unidad de superficie, generalmente de 10 hasta 30 gal/ha., puede conseguirse con el uso de aceite vegetal, produciendo muy buenos resultados en cuanto a densidad de gotas se refiere para un buen cubrimiento (5,23,25).

4.

MATERIALES Y METODOS

4.1 Lotes arroceros.

Las pruebas de campo se realizaron durante el mes de Nov., y parte de Dic. de 1989 sobre lotes de arroz de fanguero, ubicados en el Distrito de Riego y drenajes del Zulia administrado por el HIMAT, localizado en el municipio de Cúcuta, comprendido entre los valles de los ríos Zulia y Pamplonita, con promedios de temperatura de 27° C, humedad relativa del 82% y evaporación media anual de 1800 mm. En el área del Distrito predomina una topografía plana, con pendientes entre 0-1%. Altura promedio de 100 m.s.n.m. Cubre un área de 14.400 has, de las cuales de acuerdo con los planes de cultivos y de riego, en el año de 1989 se cultivaron 10.625 has por semestre, con una producción total de 80.000 toneladas de arroz paddy.

Las pruebas o tratamientos objeto de evaluación, se realizaron mediante la buena colaboración de los agricultores y Asistentes Técnicos, aprovechando las diferentes aplicaciones de agroquímicos ordenadas en un momento dado sobre variedades de arroz Oryzica con una edad entre los 65 a los 75 días, una altura promedio de 80 cm. y lámina de agua de 10-12 cm. Tabla 1.

4.2 Tratamientos

No. TRATAM.	SISTEMA APLICACION	MEZCLA APLICADA VOLUMEN:10 GAL/HA
1	Boquillas hidráulicas	Agroquímico+H2O+Colorante
2	Micronair AU.4000	Agroquímicos+H2O+Colorante
3	Boquillas hidráulicas	Agroq.+CARRIER*+H2O+Colorante
4	Micronair AU-4000	Agroq.+CARRIER+H2O+Colorante
5	Boquillas hidráulicas	Agroquímicos+PORTAGOTAS**+H2O+ Colorante
6	Micronair AU-4000	Agroquímicos+PORTAGOTAS+H2O+ Colorante

* :Aceite a base de soya

** :Aceite a base de Palma Africana

TABLE 1. Datos relacionados con los diferentes tratamientos efectuados en cultivos de arroz de secano, Distrito de Hiego Zalla, Norte de Santander, Cúcuta.

FECHA	TRAT. No.	AGRICULTOR	ASISTENTE TECNICO	LOTES LOCALIZACION	VARIEDAD	EDAD DIAS	ALTURA (cm)	AREA Ha.	PROBLEMAS	PRODUCTOS Y DOSIS/ ha
Nov. 17/89	1	Alberto Triana	Hernan Arango	Ver: Buena Esperanza	Oryzica 4	75	85	7	Fungos Comedores hojas y chapadores.	Triat 250 cc Zabido Savacón Yotal 400 c.c 1 lgr. 850 c.c 2.5 lit.
Nov. 17/89	2	Dario Castellanos	Dario Castellanos Reg. ICA: 1-4908	Ver: Llano Grande Ver: Restauración	Oryzica 1	78	85	9	Fungos Comedores Hojas	Validacin Arodria Perosal 500 c.c 500 c.c Nutrilinor 1 Lit. 1 Lit. 1 Lit.
Nov. 23/89	3	E. León y P. Medellín	Dario Castellanos Reg. ICA: 1-4908	Ver: Los Reyes Corregimiento: Agua Clara	Oryzica 3	78	89	7	Rhizoctonia Comedores hojas y Chapadores	Top-sul Perosal Validacin Arodria CARRER 1.1 Gal 500 c.c 1 Lit 500 c.c 1 Lit
Nov. 23/89	4	E. León y P. Medellín	Dario Castellanos Reg. ICA: 1-4908	Ver: Los Reyes Corregimiento: Agua Clara	Oryzica 3	78	88	8	Rhizoctonia Comedores hojas y Chapadores	Top-sul Perosal Validacin Arodria CARRER 1.1 Gal 500 c.c 1 Lit 500 c.c 1 Lit
Dic. 01/89	5	Ana O. de Quiñana	Germán Chinchilla Reg. ICA: 1-9217	Ver: Caño Seco	Oryzica 3	85	78	10	Trichoplania	Arodria Follitria PORTAGUAS 1 Lit 200 c.c 1 Lit
Nov. 28/89	6	Rodolfo Estephan	Luis Santos Reg. ICA: 1-4937	Ver: Los Reyes	Oryzica 1	78	82	12	Rhizoctonia Chapadores	Perosal Satenia Dithame m45 Nutrilinor PORTAGUAS 500 c.c 1.2 lit 2.1 kg. 1.7 lit 1 Lit

Stoller, la casa productora del CARRIER, recomienda como dosis comerciales teniendo en cuenta el siguiente criterio: "Cuando el total de agroquímicos que se va aplicar es inferior a 2 litros o 2 kilos de producto comercial por ha, use un (1.0) lit. de CARRIER por ha. Cuando el total de agroquímicos que se va a aplicar es superior a 2 litros o 2 Kilos por ha., use dos (2.0) litros de CARRIER por ha."

Observando la experiencia de los agricultores de la región, generalmente usan un (1.0) litro/ha de CARRIER, con el fin de minimizar costos de aplicación.

Por la razón anterior, en el desarrollo del proyecto se tomó como criterio el uso de un (1.0) litro/ha del aceite vegetal, tanto para el CARRIER como para el PORTAGOTAS.

4.3 Aeronave y equipo de aspersión

Todas las pruebas se realizaron con el avión Piper Pawnee 235 de matrícula HK-659-E de la empresa ANEZ Ltda. Las pasadas sobre el campo se hicieron con la técnica giratoria de secuencias de circuitos de hipódromo (1).

De acuerdo con la prueba realizada, el avión se equipó así:

4.3.1 Boquillas hidráulicas : 42 unidades, D-6, Difusor 45 y colocados en ángulo de 90° con respecto a la dirección de vuelo.

4.3.2 Micronair AU-4000: 6 unidades, sin Unidad Restrictiva Variable (U.R.V) con el fin de permitir el máximo flujo, con canasta cilíndrica de 14 mallas, 5 aspas de forma semitorcida para formar un diámetro de 11" y dispuestas en ángulo de 45° para producir un tamaño de gota similar al producido por el equipo de boquillas antes descrito

4.4 Parámetros de las aspersiones

4.4.1 Parámetros fijos

Para todos los tratamientos, se ajustó y calibró los equipos de aspersión de acuerdo con las técnicas existentes (9.32), determinando parámetros fijos en relación con velocidad y altura de operación, Ancho de Pasada, volumen por ha. y flujo por minuto según la presión conseguida de 30 psi para boquillas y 25 psi para Micronair AU-4000. Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros y condiciones meteorológicas de las aplicaciones para los diferentes tratamientos realizados con el arido Piper - Formosa - 125, satelitales E-459-1.

FECHA	TRAT. de SISTEMA DE APLICACION	VELOCIDAD DE OPERACION U.P.H	ANCHO PASADA	ALTA APLICACION: CAL/Da	POUNDS P. a. 1	TIPO GAL/Min.	HORA	TEMPERATURA °C	SIER	VELOCIDAD VIENTOS u/SSE	ABSESION VIENTOS	ABSESION VIENTO
Nov. 17/09	1 Agron. Boquillas Hidráulicas + Agua 42 Unidades P-6 Difusor 45 kg/ale: 96	100	16	11.5 - 2.0	10	42.9	9:15	32°	64	< 0.20	Imperceptible	75° - 225° NE - SW
Nov. 17/09	2 Agron. Microsaur IR-0449 8 + Agua 42 Unidades kg/ale: 96 15" Tia V.R.V	100	16	11.5 - 2.0	10	42.9	12:00	32°	73	1.12	10° a 190° NE a SW	360° - 180° E - O
Nov. 29/09	3 Agron. Boquillas Hidráulicas + Agua 42 Unidades kg/ale: 96 Difusor 45 kg/ale: 96	100	16	11.5 - 2.0	10	42.9	12:30	37°	60	1.12	40° a 220° NE a SW	5° - 105° NE - SW
Nov. 29/09	4 Agron. Microsaur IR-0449 8 + Agua 42 Unidades kg/ale: 96 Difusor 45 kg/ale: 96	100	16	11.5 - 2.0	10	42.9	11:15	37°	60	1.34	40° a 220° NE a SW	5° - 105° NE - SW
Dic. 1/09	5 Agron. Boquillas Hidráulicas + Agua 42 Unidades kg/ale: 96 Difusor 45 kg/ale: 96	100	16	11.5 - 2.0	10	42.9	10:25	32°	73	1.45	50° a 230° NE a SW	100° - 360° E - O
Nov. 20/09	6 Agron. Microsaur IR-0449 8 + Agua 42 Unidades kg/ale: 96 Difusor 45 kg/ale: 96	100	16	11.5 - 2.0	10	42.9	9:40	35°	55	1.12	100 a 230° NE a SW	360° - 180° E - O

4.4.2 Parámetros no controlados.

Los diferentes tratamientos se hicieron de acuerdo a las circunstancias de turno de los agricultores colaboradores del proyecto, por lo cual correspondió en fechas y horas diferentes de aplicaciones y en consecuencia condiciones metereológicas diferentes en relación con temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección de los vientos. Tabla 2. Estas mediciones, se hicieron con instrumentos de campo, termómetro, higrómetro, anemómetro y brújula, al nivel de 1.0 a 2.0 m. de altura y dentro del área del lote tratado.

4.5 Colectores de gotas

4.5.1 Portatarjetas

Como portatarjetas se utilizaron varas de "Caña brava" de 1.20 m.a las cuales se les colocó en forma proporcionalmente distribuida tres alambres terminados en espiral ajustado para sostener la tarjeta y con un desplazamiento de 15 cm. para graduar la posición de las tarjetas con respecto a la altura del cultivo.

Los portatarjetas se colocaron siempre en el centro del lote y perpendicular a la dirección de vuelo, distanciados a 1.0 metro entre sí y señalizado con banderas a 16.0 metros para tres pasadas consecutivas del avión.

4.5.2 Colorante

A cada una de las tanqueadas de mezclas plaguicidas de los diferentes tratamientos se les adicionó 500 gramos de colorante anilina azul "El Indio", debido a la dificultad en Cúcuta de encontrar azul de metileno. Las características físicas del colorante usado, aparentemente eran similares a las de azul de metileno.

4.5.3 Tarjetas

Se utilizaron tarjetas kromekote de 5.0 x 8.5 cm². Para cada prueba se colocaron sobre los portatarjetas 50 x 3 tarjetas, distribuidas en el Tercio Superior, Medio e Inferior de las plantas de arroz, paralelas a la lámina de agua, con el fin de observar la dinámica de las gotas dentro del follaje del cultivo.

4.6 Determinación de la densidad y tamaño de gotas.

4.6.1 Densidad de gotas

Para determinar por conteo la cobertura, en relación con el número de Gotas/cm² caídas sobre cada tarjeta, se hizo al azar con la ayuda de un orificio de 1.0 cm² marcado en cartulina y con una lupa de 10X aumentos.

4.6.2 Tamaño de gota

Para medir el tamaño de gota en micras (1 micra= 0.001 mm), se utilizó un microscopio Nikon alphaphot Y.S. con ocular 10X/18 y objetivo E4/0.10, para lo cual se tomó como muestra 0.25 cm² de la tarjeta de mayor y menor concentración de gotas y utilizando las tablas correspondientes a los factores de expansión y metodología indicada en la literatura (15,28) se determinó el tamaño individual y Diámetro Volumétrico Medio, D.V.M.

4.7 Análisis estadísticos

Además de los factores naturales no controlados, como la temperatura, la humedad relativa y los vientos, que influyen sobre los resultados finales de los tratamientos, también inciden factores tales como, el estado físico y localización del lote tratado, especialmente la lámina de agua, senagosidad y vegetación circundante que dificultaban el trabajo, el estado de desarrollo del cultivo principalmente con la densidad foliar existente, las diferencias de las características físico- químicas y dosis de los productos químicos aplicados, la dirección de vuelo y precisión de operación del piloto, todo lo cual pudo sesgar en una u otra forma los resultados obtenidos; no obstante con la colaboración de la División de Estadística y Biometría del ICA, a través de la Dra. Astrid de Geraldino, los datos obtenidos en relación con número/cm² y tamaño de gotas, se sometieron a los Análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple de Duncan, con el objeto de obtener una evaluación de los diferentes tratamientos del proyecto.

5.

RESULTADOS Y DISCUSION

Muchos investigadores han comprobado que la eficacia de una aspersión agroquímica sobre un cultivo, aumenta hasta cierto punto con la cobertura, la cual además de las condiciones de calibración previa del equipo, depende en gran parte de las condiciones ambientales presentes en relación con la temperatura, la humedad relativa y la velocidad y dirección de los vientos. Generalmente, cuando se trata de aplicar productos herbicidas y fungicidas, es ante todo una cuestión de cobertura y contacto foliar; pero cuando se trata de controlar plagas insectiles, existen por lo menos tres posibilidades para atacar el objetivo: 1- Contacto directo del producto plaguicida con el insecto o indirectamente por el desplazamiento de éste sobre las superficies de las plantas. 2- Ingestión del producto químico por efecto de alimentación del insecto, de acuerdo si es masticador o chupador. 3- Por efecto de fumigación a través de la introducción de las partículas químicas en el sistema respiratorio del insecto (1).

Teniendo en cuenta el recuerdo de estos conocimientos preliminares, las investigaciones realizadas por la Ciba-Geigy (15), recomienda como guía, los siguientes parámetros para obtener resultados óptimos con una aplicación de agroquímicos:

Herbicidas	:	20 - 30 Gotas/cm ²
Fungicidas	:	50 - 70 Gotas/cm ²
Insecticidas	:	50 - 70 Gotas/cm ²

Estos parámetros guías, nos servirán de base para hacer el análisis correspondiente a los resultados obtenidos para cada uno de los tratamientos.

5.1 Cubrimiento

Sometido el conteo de Gotas/cm² al Análisis de varianza, se encontró diferencias altamente significativas entre tratamientos y posición de la tarjeta con relación a la altura de los cultivos y su interacción.

5.1.1 Gotas/cm² sobre el Tercio Superior

En general se obtuvieron para todos los tratamientos una muy buena densidad de Gotas/cm², por encima del mínimo establecido para fungicidas e insecticidas, como puede observarse en la Tabla 3 con sus diferencias significativas indicadas de acuerdo con la prueba de comparación múltiple de Duncan.

Tabla 3, Efecto de los tratamientos sobre la densidad de cobertura promedio, gotas/cm² recolectadas en las tarjetas kromekote colocados en el Tercio Superior de las Plantas de arroz.

No	TRATAMIENTO	NUMERO OBSERVACIONES	PROMEDIO GOTAS/CM ²
6	Agroq.+PORTAGOTAS+Agua+Micronair	50	150 a
4	Agroq.+CARRIER+Agua+Micronair	50	105 b
3	Agroq.+CARRIER+Agua +Boquillas	50	89 c
5	Agroq.+PORTAGOTAS+Agua+Boquillas	50	82 c
2	Agroq.+ Agua + Micronair	50	80 c
1	Agroq.+ Agua + Boquillas	50	56 d

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes Prueba de Duncan ($P < 0.05$).

Independiente del uso de los aceites vegetales, con el equipo de Micronair AU-4000, se obtuvieron siempre los mejores resultados, pero se encontró diferencia significativa entre los tratamientos No. 6, PORTAGOTAS, y No. 4, CARRIER.

Comparadas las aplicaciones hechas con Micronair, el Tratamiento No. 2, correspondiente a la aplicación de agroquímicos solamente con agua, y los tratamientos No.4, mezcla de agroquímico protegida con el producto CARRIER (aceite de soya), y No. 6, mezcla de agroquímicos protegida con PORTAGOTAS (oleína de Palma Africana), existe una diferencia de incremento en el número de Gotas/cm² del 24% y 47% respectivamente.

Aunque el resultado de todos los tratamiento fué bueno, incluidas las aplicaciones solo con agua, es conveniente tener en cuenta que se utilizó un volumen de mezcla de 10 Gal/ha, constante para todas las pruebas: luego es de esperar, que si rebajamos dicho volumen, bajo las mismas condiciones de tamaño de gota, la densidad de Gotas/ cm² se disminuiría considerablemente, haciendo de las aspersiones no protegidas con el aceite vegetal, unas malas aplicaciones por defecto de cubrimiento. Luego, así mismo, podemos pensar que mediante el uso de los aceites vegetales como protectores de gotas, podemos rebajar el volumen de mezcla hasta conseguir los óptimos establecidos para un buen efecto biológico de la aplicación.

5.1.2 Penetración: Gotas/cm² sobre los Tercios Medio e Inferior.

La penetración de las gotas dentro del área foliar del cultivo, depende principalmente de la densidad de follaje y del tamaño, forma y disposición de éstas en el espacio, como igualmente del tamaño de la gota y su acción dinámica de movimiento influenciada por la velocidad de caída, turbulencia ejercida por la velocidad de desplazamiento de la aeronave y por las corrientes naturales de aire presentes en el sitio de caída de la aspersión.

Los cultivos de arroz, sobre los cuales se hicieron las pruebas, tenían bastante área foliar, pero la disposición de sus hojas en forma semierecta, hace pensar que no produjeron mucha interferencia para que una buena proporción de gotas quedaran distribuidas sobre el Tercio Medio e Inferior de las plantas de arroz, tanto por ambos lados de las hojas como por los tallos.

Las Tablas 4 y 5 muestran el efecto de penetración en los Tercios Medio e Inferior de las plantas de arroz, a través de la cobertura o número de Gotas/cm² llegadas a estos sitios.

Tabla 4. Efecto de los tratamientos sobre la densidad de cobertura promedio, Gotas/cm² recolectadas en las tarjetas kromekote ubicados en el Tercio Medio de las plantas de arroz.

No.	TRATAMIENTOS	No. OBSERVACIONES	PROMEDIO GOTAS/CM ²	
6	Agroq.+PORTAGOTAS+Agua+Micronair	50	111.	a
3	Agroq.+CARRIER+Agua+Boquillas	50	100	a
5	Agroq.+PORTAGOTAS+Agua+Boquillas	50	82	b
4	Agroq.+CARRIER+Agua+Micronair	50	79	b
2	Agroq.+ Agua + Micronair	50	64	c
1	Agroq. + Agua + Boquillas	50	48	d

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes. Prueba de Duncan ($P < 0.05$).

Tabla 5. Efecto de los tratamiento sobre la densidad de cobertura promedia. Gotas/cm² recolectadas en las tarjetas kromekote situadas en el Tercio Inferior de las plantas de arroz.

No.	TRATAMIENTOS	No. OBSEVACIONES	PROMEDIO GOTAS/CM ²
6	Agroq.+PORTAGOTAS+Agua+Micronair	50	66. a
3	Agroq.+CARRIER+Agua+Boquillas	50	58. ab
5	Agroq.+PORTAGOTAS+Agua+Boquillas	50	57. b
4	Agroq.+CARRIER+Agua+Micronair	50	47. c
2	Agroq.+ Agua + Micronair	50	37. d
1	Agroq.+ Agua + Boquillas	50	25. e

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes Prueba de Duncan ($P < 0.05$).

En ambos resultados, se puede observar que el orden descendente de los tratamientos se conservó igual, consiguiéndose la mejor aspersión de la mezcla que contenía el PORTAGOTAS y hecha con el Micronair AU-4000, pero que no arrojaron diferencias significativas con las mezclas que contenían el CARRIER y realizada con Boquillas hidráulicas, lo cual esto último contradice la ventaja de relación por efecto del equipo Micronair conseguido sobre el Tercio Superior.

Sobre el Tercio Medio, el número de Gotas/cm² recolectadas en cada tratamiento, en general fué bueno, incluidas las aplicaciones que no contenían aceite vegetal. Sobre el Tercio Inferior las aplicaciones de agroquímicos realizadas solo con agua, ya dejan de ser buenas si las comparamos con los parámetros guías que se necesitan para llegar a problemas de insectos u hongos ubicados en esta parte de la planta, al contrario de las aspersiones protegidas con el aceite vegetal, las cuales están dentro dichos parámetros.

5.1.3 Cobertura general obtenida en los Tercios Superior, Medio e Inferior.

De acuerdo con las pruebas estadísticas de comparación múltiple de Duncan, la Tabla 6., muestra el promedio de Gotas/cm² recolectadas simultáneamente en las tarjetas colocadas en los Tercios Superior, Medio e Inferior de las plantas de arroz de cada tratamiento, lo cual deja ver definitivamente la diferencia significativa de la aplicación que contenía el PORTAGOTAS y realizada con Micronair AU-4000.

Tabla 6. Efecto de los tratamientos sobre la densidad de cobertura promedio. Gotas/cm² recolectadas en las tarjetas Kromekote colocadas en el Tercio Superior, Medio e Inferior de las plantas de arroz.

No.	TRATAMIENTO	NO. OBSERVACIONES	PROMEDIO GOTAS/CM ²
6	Agroq.+PORTAGOTAS+Agua+Micronair	150	109 a
3	Agroq.+CARRIER+Agua+Boquillas	150	82 b
4	Agroq.+CARRIER+Agua+Micronair	150	77 bc
5	Agroq.+PORTAGOTAS+Agua+Boquillas	150	74 c
2	Agroquimicos + Agua + Micronair	150	60 d
1	Agroquimicos + Agua + Boquillas	150	43 e

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes Prueba de Duncan. ($P < 0.05$)

Sin interesar el tratamiento efectuado, en la Tabla 7 se muestra el promedio general de Gotas/cm² obtenido descendientemente en la misma forma como fueron colocadas las tarjetas en las plantas de arroz, con diferencias significativas entre sí, e indicándonos una penetración del 86% para el Tercio Medio y 51% para el Tercio Inferior en relación con el Tercio Superior.

Tabla 7. Promedios de Gotas/cm² recolectadas según la posición de la tarjeta Kromekote en las plantas de arroz.

No	POSICION TARJETA	No. OBSERVACIONES.	PROMEDIO GOTAS/CM ²
1	Tercio Superior	300	94 a
2	Tercio Medio	300	81 b
3	Tercio Inferior	300	48 c

Promedios significativamente diferentes. Prueba Duncan ($P < 0.05$).

5.1.4 Efecto de interacción de los tratamientos por posición.

En la Tabla 8. de acuerdo con el promedio de Gotas/cm² obtenidas y con las diferencias estadísticamente significativas, la aplicación de la mezcla agroquímica con PORTAGOTAS y realizada con Micronair AU-4000, fue la mejor para las tres posiciones de las tarjetas.

como se puede observar visualmente en la Figura 1, seguida luego de las demás aplicaciones que contenian aceite vegetal.

Tabla 8. Interacción de los tratamientos Vs. Posición de las tarjetas Kromekote en las plantas de arroz.

No.	TRATAMIENTOS	No.POSICION TARJETA	PROMEDIO GOTAS/CM2
6	Agroq.+PORTAGOTAS+Agua+Micronair	1 Tercio Super	150 a
6	Agroq.+PORTAGOTAS+AGUA+Micronair	2 Tercio Medio	111 b
4	Agroq.+CARRIER+Agua+Micronair	1 Tercio Super	105 b
3	Agroq.+CARRIER+Agua+Boquillas	2 Tercio Medio	100 bc
3	Agroq.+CARRIER+Agua+Boquillas	1 Tercio Super	89 cd
5	Agroq.+PORTAGOTAS+Agua+Boquillas	1 Tercio Super	82 d
5	Agroq.+PORTAGOTAS+Agua+Boquillas	2 Tercio Medio	82 d
2	Agroq.+Agua+Micronair	1 Tercio Super	80 d
4	Agroq.+CARRIER+Agua+Micronair	2 Tercio Medio	79 d
6	Agroq.+PORTAGOTAS+Agua+Micronair	3 Tercio Infer	66 e
2	Agroq.+ Agua + Micronair	2 Tercio Medio	64 e
3	Agroq.+ CARRIER+Agua+Boquillas	3 Tercio Infer	58 ef
5	Agroq.+PORTAGOTAS+Agua+Boquillas	3 Tercio Infer	57 ef
1	Agroq.+Agua+Boquillas	1 Tercio Super	56 ef
1	Agroq.+Agua+Boquillas	2 Tercio Medio	48 fg
4	Agroq.+CARRIER+Agua+Micronair	3 Tercio Infer	47 fg
2	Agroq.+Agua+ Micronair	3 Tercio Infer	37 g
1	Agroq.+Agua + Boquillas	3 Tercio Infer	25 h

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes. Prueba de Duncan ($P < 0.05$).

TRATAMIENTOS

- 1.- Agroquímicos + Agua + Boquillas
- 2.- Agroquímicos + Agua + Micronair
- 3.- Agroquímicos + CARRIER + Agua + Boquillas
- 4.- Agroquímicos + CARRIER + Agua + Micronair
- 5.- Agroquímicos + PORTAGOTAS + Agua + Boquillas
- 6.- Agroquímicos + PORTAGOTAS + Agua + Micronair

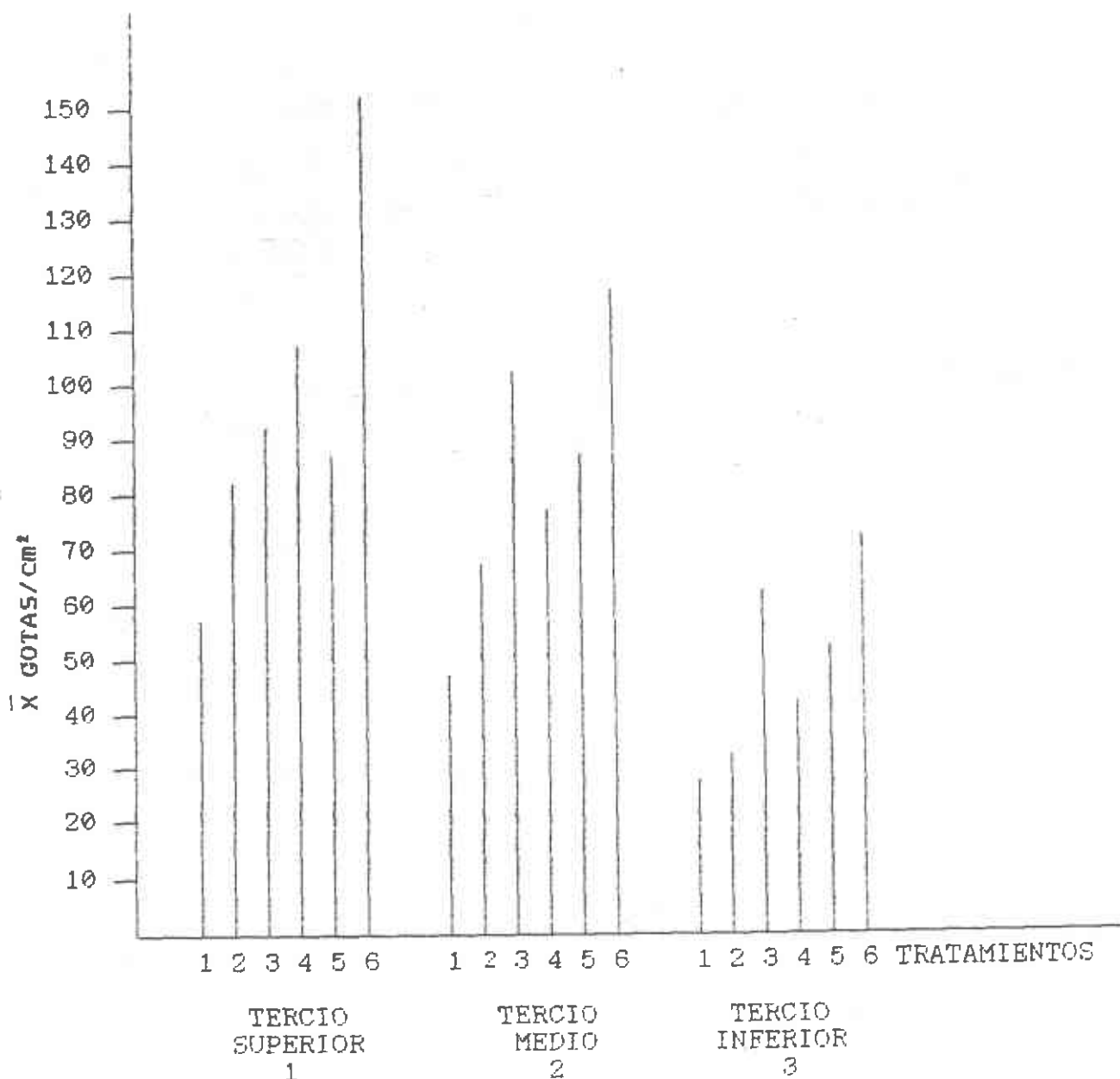


Figura 1. Tratamientos Vs Posición tarjeta Kromekote en las plantas de Arroz. Duncan ($P < 0.05$).

5.2 Tamaño Gota.

La cobertura de una aplicación, analizada arriba, depende directamente del tamaño de la gota producida, la cual puede estar influenciada por un sinnúmero de factores tales como las características físicas de los productos, viscosidad, presión de vapor, densidad, presión del equipo aspersor, posición de la unidad aspersora con respecto a la corriente de aire, velocidad y altura de operación, temperatura, humedad relativa, presencia de vientos y características propias del equipo empleado para la aplicación.

Las mediciones hechas para determinar el tamaño de gota individualmente, se sometieron a un Análisis de varianza, el cual arrojó diferencias significativas para tratamientos y posición de la tarjeta con respecto a la altura del cultivo, más no para su interacción.

De acuerdo con el número de observaciones tomadas por el computador, los tratamientos se compararon mediante la prueba múltiple de Duncan, con los resultados dados en la Tabla 9, en la cual se puede observar la casi no diferencias significativas entre los promedios de tamaño de gotas en micras. En igual forma y observación se presentan los resultados en la Tabla 10 con respecto a la posición de altura de las tarjetas en el cultivo.

Tabla 9. Efecto de los tratamientos sobre el tamaño de gotas promedio en micras, recolectadas en las tarjetas Kromekote colocadas en el Tercio Superior, Medio e Inferior de las plantas de arroz.

No.	TRATAMIENTO	No. OBSERVACIONES	PROMED. TAM. GOTAS-MICR.
1	Agroq.+Agua+Boquillas	42	205 a
4	Agroq.+CARRIER+Agua+Micronair	96	192 a
3	Agroq.+CARRIER+Agua+Boquillas	105	176 a b
2	Agroq.+ Agua+Micronair	60	175 a b
5	Agroq.+PORTAGOTAS+Agua+Boquillas	90	158 b
6	Agroq.+PORTAGOTAS+Agua+Micronair	141	153 b

Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes. Prueba de Duncan ($P < 0.05$)

Tabla 10. Tamaño promedio en micras de las gotas recolectadas según la posición de la tarjeta Kromekote en las plantas de arroz.

No.	POSICION TARJETA	No. OBSERVACIONES	PROM. TAMAÑO GOTAS MICR.
1	Tercio Superior	178	188 a
3	Tercio Inferior	178	173 a b
2	Tercio Medio	178	156 b

Promedios con las misma letra no son significativamente diferentes. Prueba de Duncan ($P < 0.05$)

De acuerdo con el Análisis de variación del tamaño de gota para los diferentes tratamientos dados en la Tabla 11, se observa en general una mayor variabilidad de tamaños de gotas en los Tercios Medio e Inferior del cultivo, lo cual se explica, debido a que algunas gotas grandes por su peso, no sufrieron interferencia con la forma semierecta del follaje para llegar a las partes bajas de las plantas y otras que debido a su menor peso fueron influenciadas por la acción dinámica de corrientes de aire dentro del área foliar del cultivo.

Los Diámetros Volumétricos Medios (D.V.M) son muy similares para todos los tratamientos con unos promedios generales de 127 micras para el Tercio Superior, 126 para el Tercio Medio y 126 micras para el Tercio Inferior y de acuerdo con los investigadores que han hecho clasificación de los tamaños de gota, corresponden a aspersiones finas (30).

5.3 Evaluación de la cobertura en relación en el Ancho de Pasada y "traalapes"

De acuerdo con la cobertura obtenida, si tomamos los coeficientes de variación (C.V%) como un indicador estadístico para evaluar la distribución de las aspersiones conseguidas en cada tratamiento y en consecuencia la evaluación de la calidad de la aplicación en el campo, teniendo en cuenta los valores establecidos como aceptables por la Ciba Geigy (14,15) de C.V. del 30% para aplicaciones de herbicidas y 50% para insecticidas y fungicidas, la Tabla 12, muestra que el mejor Coeficiente de Variación se obtuvo en el tratamiento No.6 correspondiente al PORTAGOTAS con el Micronair AU-4000, seguido del Tratamiento No.3, CARRIER con boquillas hidráulicas.

Tabla 11. Análisis de variación de tamaño de gota en nieblas de los diferentes tratamientos

NO. TRATAMIENTOS	TRAYECTO SUPERIOR (POS. 1)			TRAYECTO MEDIO (POS. 2)			TRAYECTO INFERIOR (POS. 3)		
	NO. GONS.	VALOR	PORCEN. C.V. X	NO. GONS.	VALOR	PORCEN. C.V. X	NO. GONS.	VALOR	PORCEN. C.V. X
1	14	228	37.33	21	365	54.37	42	343	41.85
2	20	213	46.29	42	319	49.14	42	423	65.21
3	35	262	43.06	21	479	61.05	21	423	60.09
4	32	403	42.87	42	372	50.26	42	354	43.57
5	30	289	51.32	42	343	53.51	42	319	54.31
6	47	343	40.17	42	295	54.70	42	319	57.00

1: 1 Micra = 0.001 mm

22: D.T.M. = Diámetro Volumétrico Medio

TABLA 12. Coeficientes de variación de los tratamientos en relación con el promedio de Gotas/cm² recolectadas en las tarjetas kromecote colocados a diferentes alturas en las plantas de arroz

No.	TRATAMIENTOS	POSICION 1		POSICION 2		POSICION 3		PROMEDIO GENERAL	
		Tercio Superior X Got./cm ²	C.V.(%)	Tercio Medio X Got/cm ²	C.V.(%)	Tercio Inferior X Got/cm ²	C.V.(%)	Gotas/cm ²	C.V.(%)
1	Agroq. +Agua+Boq	56	27.69	48	41.83	25	50.60	43	40.04
2	Agroq. +Agua+Micronair	80	35.17	64	36.02	37	37.14	60	36.11
3	Agroq. +CARRIER+Agua+Boq	89	37.22	100	33.55	58	31.78	82	34.18
4	Agroq. +CARRIER+Agua+Mic	105	37.09	79	43.06	47	53.55	77	44.57
5	Agroq. +PORTAGOTAS+Agua+Boq	82	39.04	82	39.04	57	45.86	74	41.31
6	Agroq. +PORTAGOTAS+Agua+Mic	150	27.07	111	28.80	66	33.11	109	29.66

En general todos los tratamientos están incluidos dentro de los valores establecidos como aceptables, pero es necesario para complementar este concepto, tener en cuenta también los alcances obtenidos en relación al número de Gotas/cm² de los parámetros guías.

Es necesario indicar que los valores de C.V dependen en gran parte del Ancho de Pasada seleccionado, produciéndose C.V altos cuando se aumenta el Ancho de Pasada (14,15). Para el caso de las pruebas realizadas, se mantuvo constante, 16 metros y se realizaron tres pasadas consecutivas para un depósito representativo del espectro de gotas sobre los colectores.

Las Figuras 2, 3, 4, 5, 6 y 7 elaboradas para cada tratamiento deja ver el comportamiento de la aspersión en tres pasadas consecutivas del avión. En general, todas las aplicaciones tuvieron un buen patrón de distribución en los tres niveles de tarjetas con respecto a la altura del cultivo, sin fallas de concentración de gotas en los sitios de "traslape" y favorecidas sus densidades de Gotas/cm² por el uso de equipo y aceite vegetal, con algunos altos, quizás influenciados por la presencia de corrientes de aire.

5.4 "Deriva" y Evaporación.

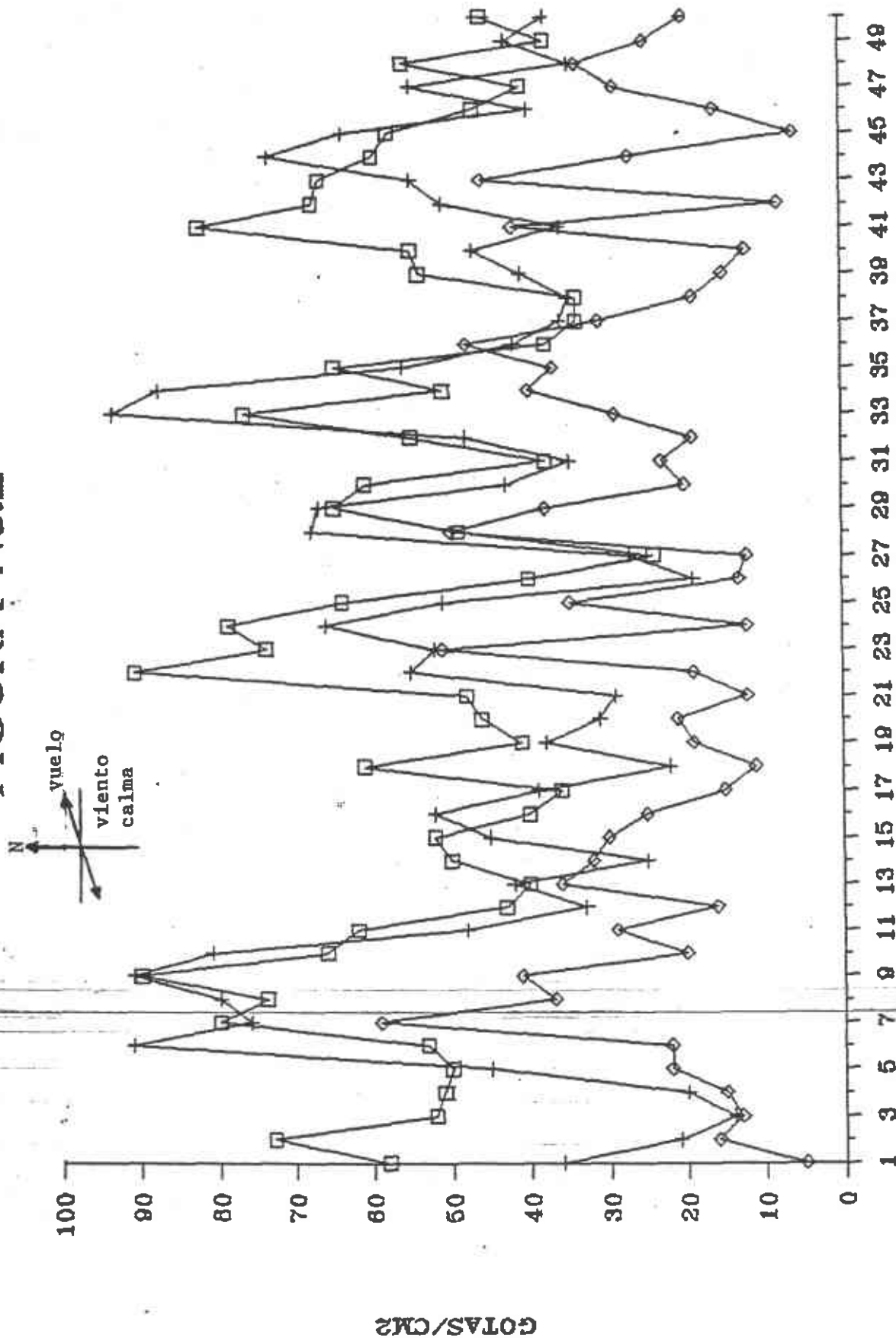
La "deriva", entendida como el "arrastre" o dispersión de las gotas, que contienen el agroquímico, fuera del objetivo o área tratada, está influenciada principalmente por la presencia de vientos en el sitio de aplicación, por las turbulencias de aire producidas por la velocidad de desplazamiento de la aeronave, por el tamaño de gota seleccionado y por la altura de aplicación. Es un factor de pérdida del producto químico que no puede determinarse fácilmente mediante la técnica de recogidas de gotas, que exigen incluir tanto lo que llega a la tarjeta como las partículas que quedan flotando en el aire, algunas desplazadas a grandes distancias y otras desaparecidas por el efecto de evaporación.

Para calcular las pérdidas por "deriva", frecuentemente se recurre a la ley de Stokes(1) que determina el índice de caída de las gotas, con relación a la velocidad de los vientos presentes en el sitio de aplicación.

Las gotas muy pequeñas, puede que nunca se depositen en el área tratada, pero para gotas de 100 micras en adelante, los resultados de dicha ley, pueden emplearse satisfactoriamente para predecir la caída de gotas a favor del viento.

Para tener una idea sobre las pérdidas de las gotas de una aspersión causadas por la "deriva" y/o evaporación, la Tabla 13 analiza teóricamente el posible desplazamiento de las gotas con

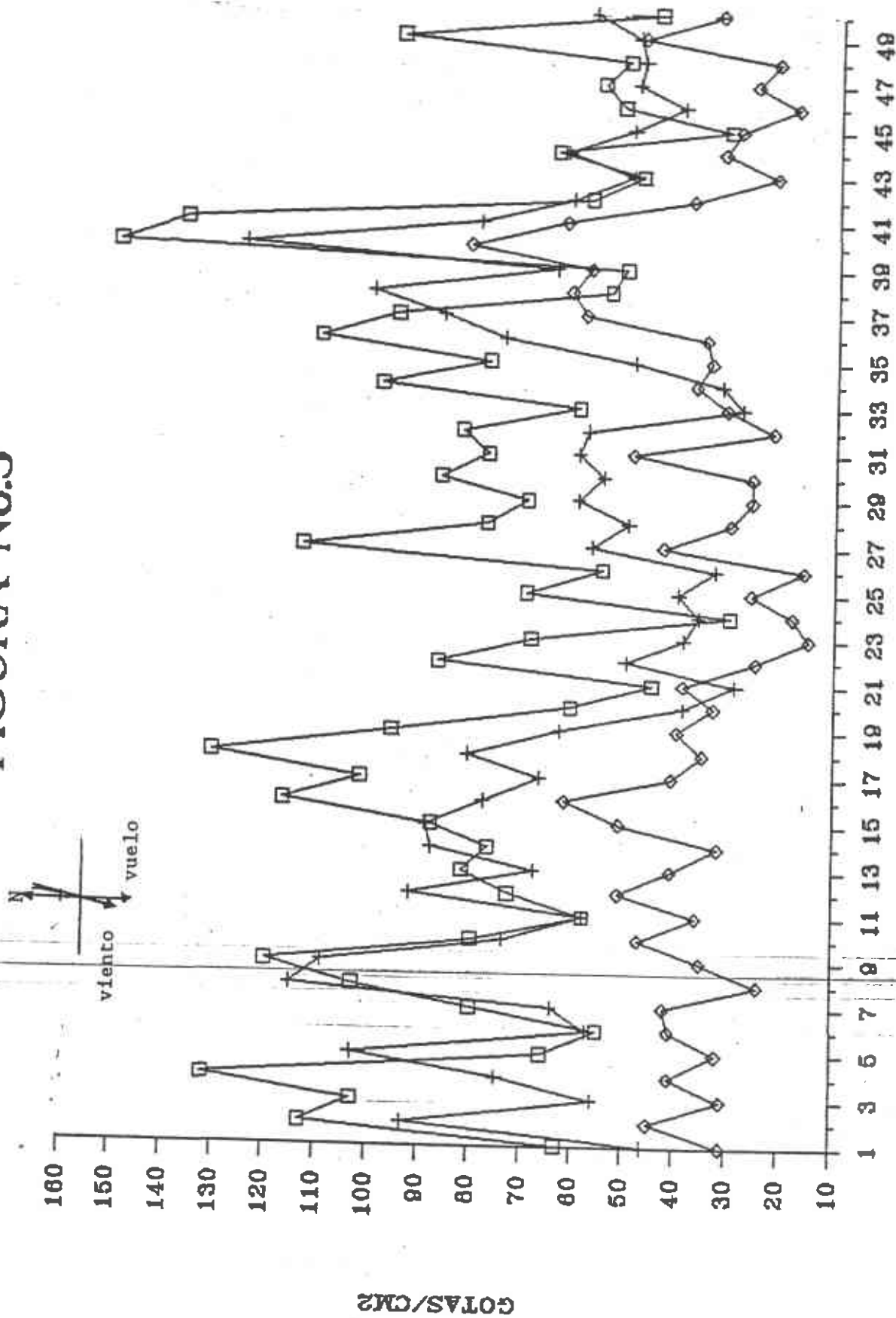
FIGURA No.2



TERCIO SUPERIOR + TERCIO MEDIO ◇ TERCIO INFERIOR
 METROS

FIGURA No.2. Cubrimiento de la aspersión con un volumen de 10 Gal/ha., sin aceite, en tres pasadas consecutivas de avión Pawnee - 235 con 42 unid. de Boquillas hidráulicas D-6, Difusor 45 ángulo 90°, Bandereo: 16 m, Altura: 1.5 - 2.0m. D.V.M.= 121 micras. C.V.=40.04%. Cultivo: arroz, 75 días.

FIGURA No.3



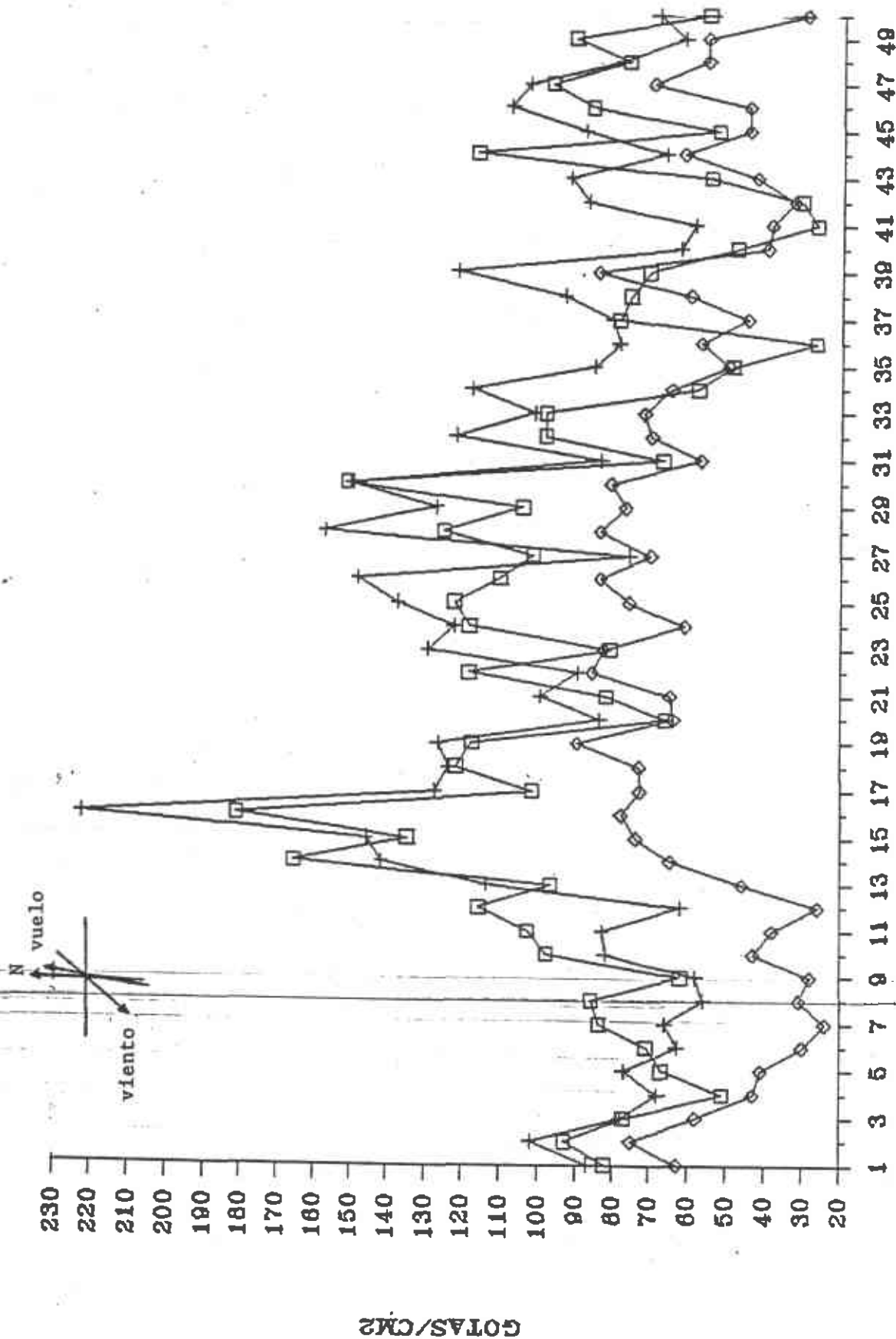
□ TERCIO SUPERIOR

+ TERCIO MEDIO

◇ TERCIO INFERIOR

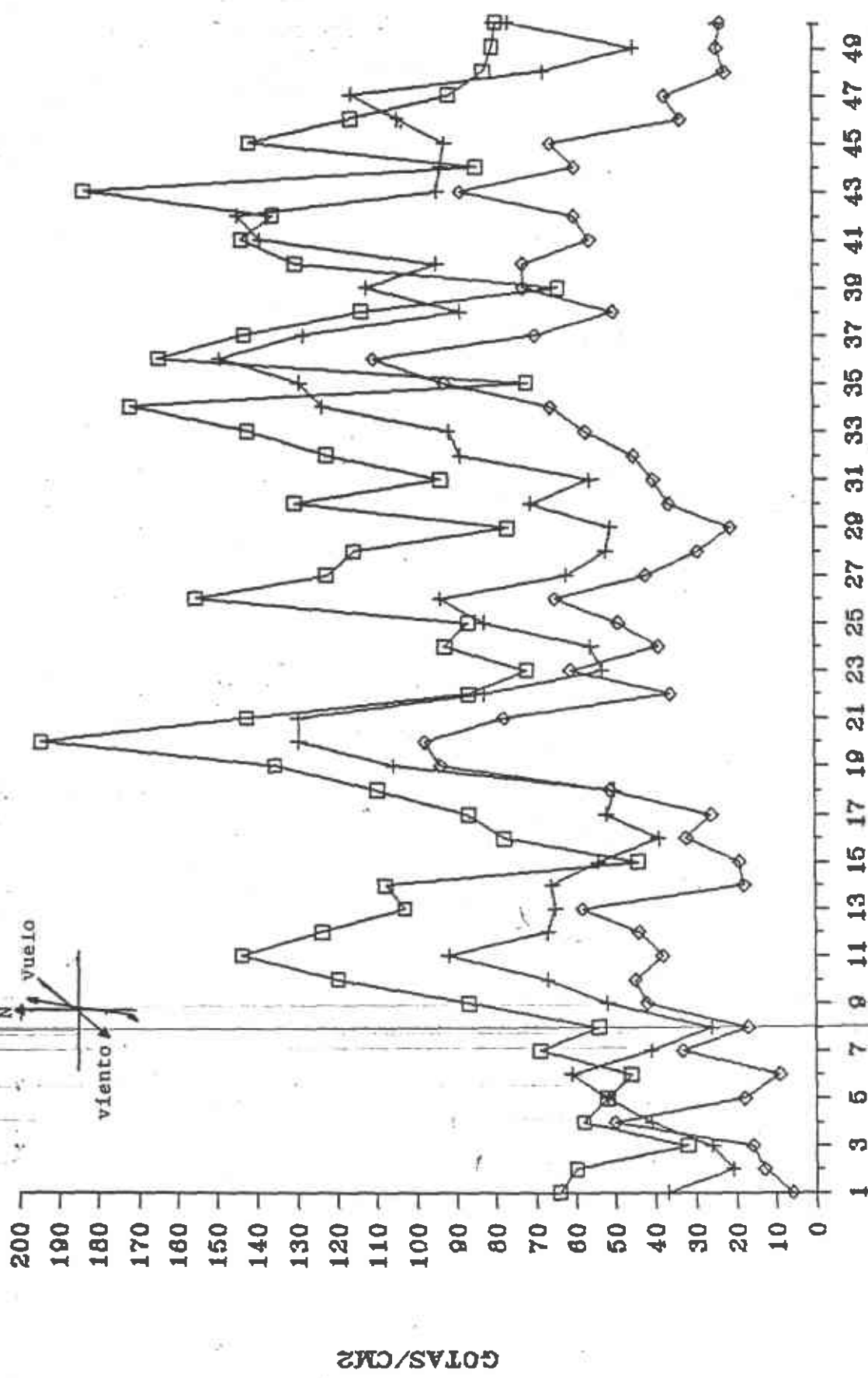
FIGURA No. 3 Cubrimiento de la aspersión con un volumen de 10 gal/ha., sin aceite, en tres pasadas consecutivas de avión Pawnee - 235 con 6 unid. Micronair AU-4000, ángulo 45°. Bandereo: 16m. Altura: 1.5-2.0m. D.V.M: 128 micras. C.V.=36.11%. Cultivo: arroz, 70 días.

FIGURA No.4



□ TERCIO SUPERIOR + TERCIO MEDIO ◇ TERCIO INFERIOR
 FIGURA No. 4 Cubrimiento de aspersión con un volumen de 10 gal/ha., con CARRIER, en tres pasadas consecutivas de avión Pawnee - 235 con 42 unid. de Boquillas hidráulicas D-6, Difusor 45, ángulo 90°. Bandereo: 16m. Altura: 1.5 - 2.0m. D.V.M.= 128 micras. C.V.=34.18%. Cultivo: arroz, 70 días.

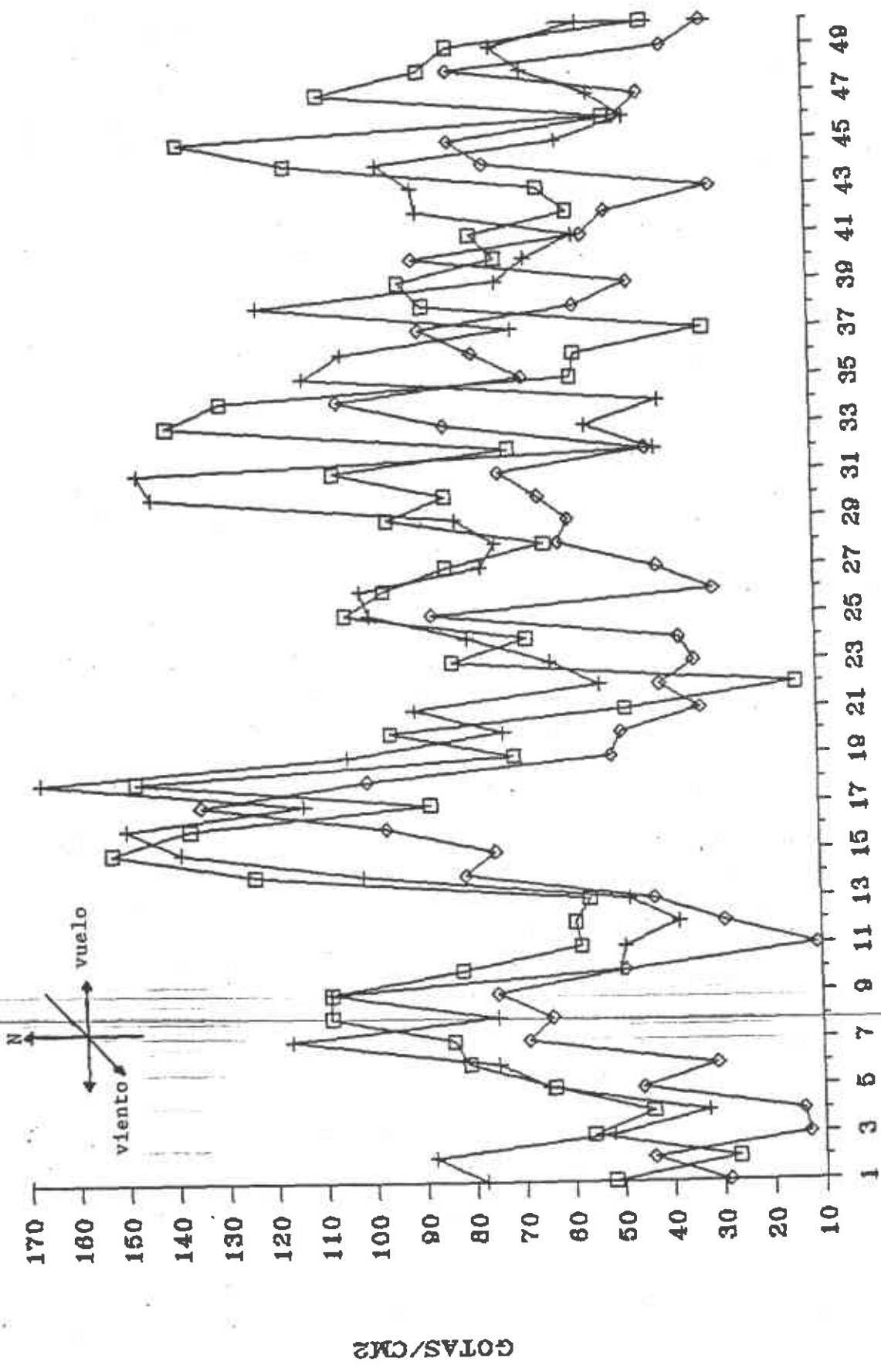
TRONCA INCLINADA



TERCIO SUPERIOR + METROS TERCIO MEDIO TERCIO INFERIOR

FIGURA No. 5 Cubrimiento de la aspersión con un volumen de 10 gal/ha., con CARRIER en tres pasadas consecutivas de avión Pawnee - 235 con 6 unidad de Micronair AU-4000, ángulo 45°. Bandereo: 16m. Altura: 1.5-2.0m. D.V.M.=128 micras. C.V.=44.57%. Cultivo Arroz, 70 días.

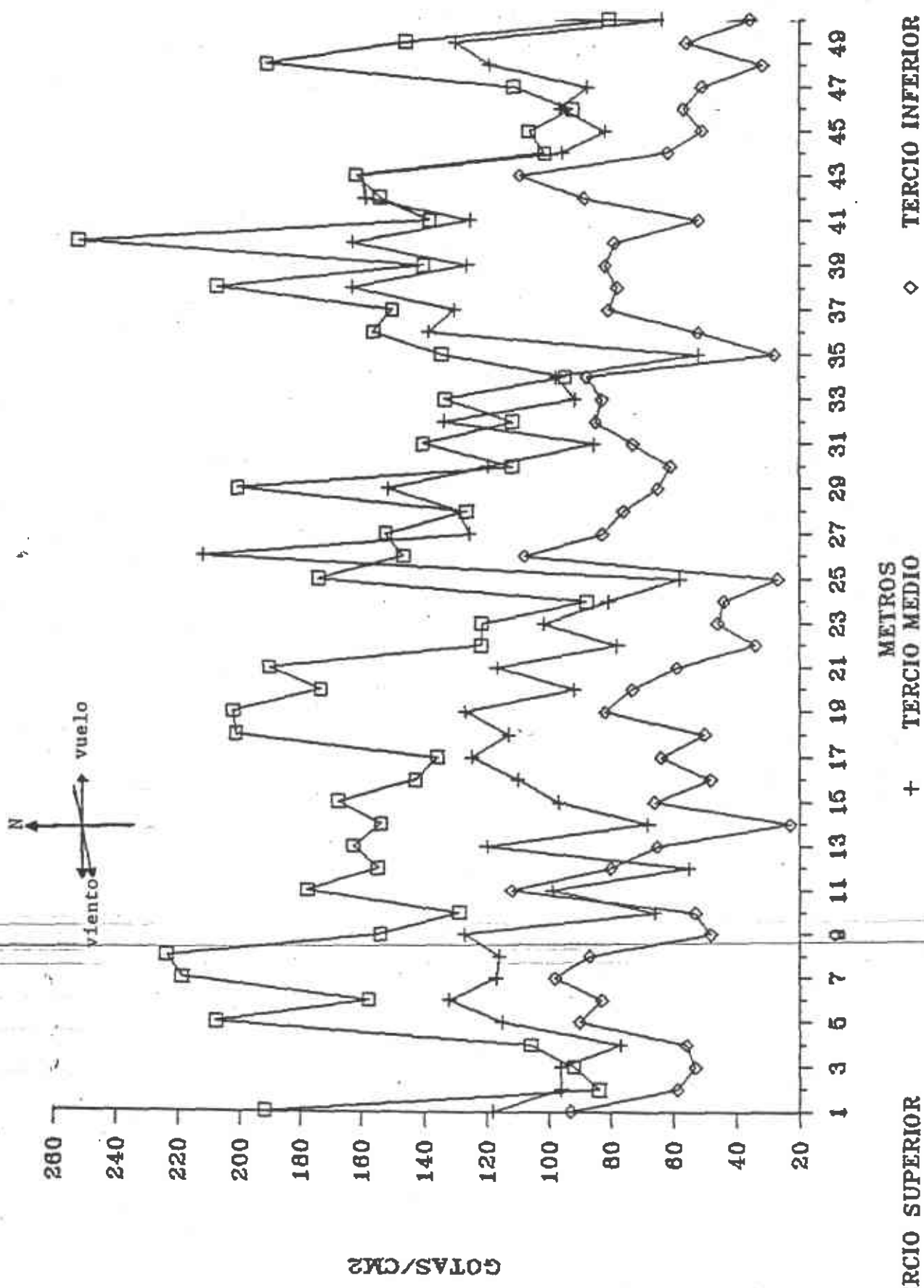
FIGURA No.6



TERCIO SUPERIOR
+ METRO MEDIO
 TERCIO INFERIOR

Cubrimiento de la aspersión con un volumen de 10 gal/ha., con PORTAGOTAS, en tres pasadas consecutivas de avión Pawnee - 235 con 42 unid. de Boquillas hidráulicas D-6, Difusor 45, ángulo 90°, Bandereo: 16m, Altura: 1.5 - 2.0m. D.V.M.=127 micras. C.V.=41.31%. Cultivo arroz, 65 días.

FIGURA No.7



TERCIO SUPERIOR

METROS
+ TERCIO MEDIO

◇ TERCIO INFERIOR

FIGURA No. 7. Cubrimiento de aspersión con un volumen de 10 gal/ha, con PORTAGOTAS, en tres pasadas consecutivas de avión Pawnee - 235, con 6 unid. de Micronair AU-4000, ángulo 45°, Bandereo: 16m, Altura: 1.5-2.0m. D.V.M.=129 micras. C.V.=29.66%. Cultivo: arroz, 70 días.

Tabla 13 Análisis teórico sobre desplazamiento de gotas con relación a su Diámetro Volumétrico Medio y recuperación y pérdidas de gotas/cm² con relación al volumen aplicado de 10 Gal./ha de aselta agroquímica.

Trat. No.	PROMEDIO D.Y.B. MICRAS	RADIO GOTA	VELOCIDAD VIENTO M/SIG	VELOCIDAD CAIDA GOTA M/SIG	ALTIMETRA APLICACION	DISPLAZAM. GOTA	No. GOT./CM ² TEORICO ESPERADO	NUM. GOT./CM ² OBTENIDO II POSARAJITAS	PERCENTAJE GOT./CM ² RECUPERADO	PERCENTAJE GOT./CM ² PERDIDO	TARJETAS LIBRICADAS ALREDEDOR LOTE
1	121	6.1110-5	0.89	0.44	2	4.1	398	43	10.81	89.24	17
2	128	6.4110-5	1.12	0.48	2	4.7	345	69	17.4	82.6	16
3	128	6.4110-5	1.12	0.48	2	4.7	345	82	23.8	76.2	32
4	120	6.4110-5	1.34	0.48	2	5.6	345	77	22.3	77.7	9
5	127	6.35110-5	1.45	0.48	2	6.0	378	74	20.0	80.0	27
6	128	6.4110-5	1.12	0.48	2	4.7	345	109	31.6	68.4	53

* 1 micra = 0.001 m.m.

relación al Diámetro Volumétrico Medio obtenido y las pérdidas de Gotas/cm² con relación al volumen aplicado, el cual fué de 10 Gal/ha para todos los tratamientos.

Dichas pérdidas pueden estar relacionadas con la "deriva" y/o evaporación, lo cual es difícil de determinar en qué proporción se sucedió, aunque quedó indicada en las tarjetas colocadas a 3.0 y 5.0 metros de los contornos de los lotes, y en cantidad considerable de número de Gotas/cm² en las pasadas del avión efectuadas en las cabeceras de los lotes, sin que ésto quiera decir que en las tarjetas esté cuantificada la "deriva".

Para elaborar la Tabla 13 se tuvo en cuenta la teoría y fórmulas matemáticas expuestas en trabajos efectuados por investigadores en estos temas (34). La velocidad de caída de las gotas en relación con su tamaño dado en D.V.M se calculó con la fórmula.

$$V = 1.18 \cdot r^2 \cdot 10^8 \text{ m/seg. de donde:}$$

V = velocidad en m/seg

r = radio de la gota ($\frac{\text{D.V.M}}{2}$)

Esta fórmula condujo a la aplicación de la ley de Stokes, para calcular la distancia que sufre una gota en su desplazamiento:

$$D = \frac{H \cdot U}{V}, \text{ en donde}$$

D = Distancia de deposición de las gotas desde su punto de liberación.

H = Altura de aplicación en relación con el cultivo.

U = Velocidad de los vientos cruzados.

V = Velocidad de caída de la gota

Para calcular los porcentajes de Gotas/cm² recuperados y perdidos, se tuvo en cuenta simplemente el número de Gotas/cm² teórico esperado; es decir, la cantidad total de gotas que se obtendrían con relación al volumen de mezcla (10 Gal./ha.) aplicada y volumen de la gota expresada en D.V.M., sin interesar el sinnúmero de factores adversos que influyen sobre el cubrimiento de una aspersión.

Con relación a las distancias calculadas por desplazamiento de las gotas, se observa que éstas no son tan considerables, indicándonos con ésto los márgenes de seguridad que deben dejarse en los contornos de los lotes y en la dirección de los vientos, para evitar problemas de contaminación sobre las áreas no objeto de

aplicación. Pero con relación a los porcentajes de pérdidas por cubrimiento, como se observa, son altamente considerables. 68.4-89.2%, en relación con lo realmente obtenido sobre el campo, 10.8%-31.6%, indicándonos una gran pérdida del volumen de mezcla aplicada, por efectos difícilmente cuantificables de "deriva" y/o evaporación.

No obstante, se observa que la adición del aceite vegetal y el sistema de aplicación de Micronair, tiene sus ventajas comparativamente cuatificadas, que cuando la aplicación se efectúa solamente con agua. Si consideramos el promedio de Gotas/cm² obtenido en las tres posiciones de las tarjetas colocados en el cultivo de arroz, para el sistema de aplicación con Boquillas hidráulicas, los incrementos fueron del 47.6% para CARRIER y 41.9% para PORTAGOTAS. Mientras que con el equipo de Micronair AU-4000, los incrementos fueron del 22.1% para CARRIER y 45.0% para el PORTAGOTAS.

Finalmente, la "deriva" o "arrastre" de las gotas de una aspersión fuera del objetivo en tratamiento, se debe tener en cuenta que el aceite vegetal además de ser más liviano que el agua, protege contra la evaporación a las gotas plaguicidas más pequeñas, que pueden ser susceptibles más fácilmente al "arrastre" o "deriva" cuando la aplicación se hace sin tener en cuenta la presencia de vientos fuertes en el lugar (8.10).

El grado de peligrosidad de una "deriva" varia con el tipo de pesticida, las condiciones ambientales de aplicación y la cercanía al área tratada de fuentes de agua, vegetaciones y/o explotaciones susceptibles. Por lo tanto, es necesario tener conciencia que la "deriva" no es accidental, es cuestión de sentido común y aplicación de las buenas técnicas de aspersión (10).

6. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

6.1 El uso de aceites vegetales en los volúmenes de mezclas de agroquímicos con agua aplicados por vía aérea, mejoran considerablemente la cobertura de una aspersión con incrementos generales obtenidos en el número de Gotas/cm² de 32-37% para el sistema de aplicación con Boquillas hidráulicas y del 24-47% para el Micronair Au-4000, conseguido con un (1.0) lit./ha de aceite vegetal para un volumen total de mezcla agroquímica de diez (10.0) Gal/ha y produciendo un tamaño de gota expresado en Diámetro Volumétrico Medio, D.V.M., de 127 micras.

6.2 El incremento óptimo de cobertura, 47%, correspondió al uso del producto a base de oleína de Palma Africana, PORTAGOTAS, efectuado con el sistema de aplicación de Micronair AU-4000.

6.3 Con el uso de aceites vegetales, la dispersión vertical o penetración de la nube de aspersión através del follaje del cultivo de arroz, medido por el número de Gotas/cm² capturadas en el Tercio Medio e Inferior de las plantas, se incrementó notablemente para el sistema de Boquillas hidráulicas entre 41-57% y 19-44% para el sistema de aplicación con Micronair AU-4000 y con tamaños de gotas de 126 micras de D.V.M.

6.4 De acuerdo con el Análisis estadístico sobre la interacción de tratamientos por el resultado de Gotas/cm² conseguido en los Tercios Superior, Medio e Inferior de las plantas de arroz, el producto PORTAGOTAS aplicado con equipo de Micronair AU-4000, arrojó los mejores resultados (Fig.1), obteniéndose así el más bajo Coeficiente de Variación, lo cual indicó el mejor patrón de distribución de campo conseguido en relación con los "traslapes" y Ancho de Pasada establecido.

6.5 Las pérdidas de productos de mezclas de agroquímicos aplicados, causados por "deriva" y/o evaporación, de acuerdo con el análisis teórico, son porcentajes altamente considerables en relación con el tamaño de gota producido y condiciones ambientales adversas; pero en la práctica llama igualmente la atención, cuando se tiene en cuenta los porcentajes de recuperación sobre la cantidad de Gotas/cm² obtenidas cuando en la aplicación se usó aceite vegetal.

6.6 Teniendo en cuenta que un buen efecto biológico de un producto agroquímico depende igualmente de una buena cobertura en relación con el número de Gotas/cm² obtenido y como quedó demostrado en el desarrollo del proyecto, el uso de los aceites vegetales producen coberturas por encima de los parámetros guías establecidos, se puede sugerir, hacer ajustes prácticos de campo para reducir aun más los volúmenes de mezcla por ha. e incluso utilizar en las formulaciones las dosis menores recomendadas en las etiquetas de los productos, lo cual se traduciría en ventajosa economía para el agricultor y para las empresas aplicadoras al poder incrementar el rendimiento operacional de las aeronaves.

6.7 Por todo lo anterior, el producto PORTAGOTAS a base de oleína de Palma africana ofrece buenas ventajas comparativas para mejorar la eficacia de las aplicaciones de agroquímicos, lo cual lo puede hacer competidor con productos similares ya existentes en el mercado; además, la oportunidad de ofrecer al palmicultor la alternativa de diversificación de su fruto.

7.0

SUMMARY

In order to assess the efficiency of applying vegetable oils with volumes of agrochemical blends, several trials were carried out on flooded rice located on the Rio Zulia Irrigation District, Department of Norte de Santander. Air spraying was carried out by a Piper-Pawnee-235 aircraft equipped with hydraulic nozzles and Micronair AU-4000, according to the case, so as to evaluate the coverage parameters regarding the number of drops/cm² and the size thereof.

Using the different products formulated by Technical Assistants, the product called PORTAGOTAS (Drop Carrier), based on palm olein (Elaeis guineensis) was tested and compared with currently available products such as CARRIER, based on soybean oil, in doses of 1.0 l/ha for a total application volume of 10 gal/ha of agrochemical blend.

Statistically, highly significant differences were observed with the PORTAGOTAS treatment. The drop/cm² counts and sizes were established through indirect methods by adding a stain to the agrochemical blends, as a drop measure on kromekote cards placed on the Upper, Middle and Lower Third of the rice plants.

The drop sizes observed through the expansion factor method were 108-128 microns of Mean Volumetric Diameter and the results of the average counts were 47-150 drops/cm² when the blend contained vegetable oil, which resulted in a high surface coverage and vertical action or penetration in the foliage of the crop.

B.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AKESSON, N.; YATES, W. 1975. El empleo de aeronaves en la agricultura. FAO, Roma, No.94. 227p.
2. -----,----- 1981. Drift loss control: Anything New Aerial Applicator, Vol. 19(9):4-5.
3. -----,-----, 1983. Laboratory and field studies on vegetable oil-base spray applications: Paper No. ASAE-83-1510. American Society of Agricultural Engineers. 16p.
4. ALMEIDA, S, et al. 1973. Efeito de fungicidas cúpricos e orgánicos aplicados con atomizacáo veiculados em agua, óleo e óleo-agua, no controle da ferrugem do caféiro. In: Resumo do 1o. Congresso Brasileiro sobre pesquisas cafeeiras. IBC/GERCA/VITORIA: pp 91.92.
- 4A. ANEZ FIERRO, R; ANEZ OCARIZ, R y O. ANGULO. 1988. Evaluación de oleína de palma como portadores en la aplicación aérea de insecticidas con atomizadores rotativos. Palmas, Bogotá. Vol. 9 (4). 21-25.
- 4B. ANEZ FIERRO, R. 1989. Control de Opsiphanes cassina Felder mediante la aplicación aérea de Bacillus thuringiensis Berliner var Kurstaki (serotipo IIIa y IIIb) y aceites vegetales como portadores. Palmas, Bogotá. Vol. 10 (4):L 61-65.
5. BODE, J.; BUTLER, B. 1981. The three D. s of Droplet size: Diameter, Drift and Deposit. Paper No. AA-81-004. American Society of Agricultural Engineers. 16p
6. ERINEZ, O. 1984. Tamaño de gota en la aspersión aérea de agroquímicos. Revista SIALL, Villavicencio, Colombia, Vol.1 (3):15-17.
7. -----, 1985. Factores que influyen en una aplicación aérea de agroquímicos. ICA. Resumen Conferencia Curso "Conocimientos sobre uso manejo y aplicación aérea de agroquímicos" para estudiantes de Aviación Agrícola, escuelas de Aerocentro y Aeroandes. Bogotá 5p

8. -----, 1986. Evaluación de las aspersiones producidas por el Ayres Turbo Thru con boquillas Thru Valve Boom. T.V.B. "ICA". Bogotá. 37p.
9. -----, 1986. Calibración y ajuste de equipos de aspersión aérea de agroquímicos. ICA. Resumen conferencia curso "Conocimientos sobre uso, manejo y aplicación aérea de Agroquímicos" para estudiantes de Aviación Agrícola, escuelas de Aerocentro y Aeroandes. Bogotá 7p.
10. -----, 1989. Uso del aceite de Palma Africana en la aplicación aérea de Agroquímicos. Bogotá, PALMAS, Año 10 No. (1): 27-46.
11. CANTWEL, J. and KAPUSTA G. 1984. Corn Delayed Incorporation of SUTAN + in Soybean Oil and Water with Hydraulic and Rotary Nozzles. Progress Report. Southern Illinois University, Plant and Soil Science Department. Belleville Research Center. 3p.
12. -----, -----, 1984. Evaluation of Soybean Oil as a Carrier for Basagran Applied with Rotary Nozzles. Progress Report. Southern Illinois University, Plant and Soil Science Department. Belleville Research Center. 3p.
13. -----, -----, 1986. Application of Benzazon and Sethoxydim in Soybean Oil with Rotary Atomizers Agronomy Journal 78 (3): 478-482.
14. CIBA-GEIGY. 1975 Aerial spraying seminar in Columbia Bogotá. 25p.
15. -----, s.f. Técnicas de aplicación de agroquímicos 1a y 2a. parte Cali, Colombia.
16. -----, s.f. Correcta aplicación aérea de pesticidas. Basilea. Suiza. 43p
- 17.- GRAFTS, A.; ROBBINS, W. 1962. Weed control. Mc Graw Hill. N.Y. 660 p.

18. CHANEY, D. and KAPUSTA G. 1983. Efficacy of Soybean Oil Concentrate vs. Petroleum Oil concentrate for Corn Weed Control. Progress Report. Southern Illinois University. Plant and Soil Science Department. Belleville Research Center. 3p.
19. FRYER, J. and EVANS, S. 1986. Weed Control handbook, Volume 1. Principles. Fifth Ed. Blackwell Sci. Publ. Oxford 494 P.
20. HASHIZUME, H. et al. 1973. Dosagem de cobre em emulsao oleosa para aplicacao em baixo. Volume no controle a ferrugem do cafeeiro. In: Resumos do 1o Congresso Brasileiro sobre pesquisas Cafeeiras. IBC/GERCA. Vitoria. pp 3 - 4.
21. HIMEL, CH. 1984. Pesticide spray Efficiency: A New Pest Management Strategy 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 79-92.
22. HOECHST. Guia para calibrar equipos de aspersion aerea. Bogota, 15p.
23. HOLLINGSWORTH, D. Soy Oil -There's more to it than margarine. Boone .Iowa.
24. JONES, S. 1983. Vegetable Oil makes ULV/LV practical Agricultural Aviation. August/83: 18-19.
25. JOYCE, R. et al. 1977. Efficiency in pesticide application. In: Pesticide Management and insecticide resistance. DL. Watson and Brown, eds. Academic Press, N.Y. pp. 199-216.
26. KAPUSTA, G. 1985. Uses of Soybean Oil in the Application of Herbicides. Jaocs. 62 (5):923-926.
27. KING, R. 1982. ULV/cottonseed Oil: Performance of different pesticide tank mixes. In: Proc. Delta-Agricultural Oil day. Philips country Community College. Helena. Arkansas. pp.18-23.

28. MAKSYMIUK, B. 1978. Determining Volume-Median Diameter In: methods for sampling and assessing deposits of. Insecticidal Spraying released over Forests. Washington D.C. pp.41-47.
29. MATIELLO, J. et al. 1973. Efeito de fungicidas orgânicos e cúpricos, isolados em mistura ou em aplicações alternadas. Em alto em baixo volume-no controle da ferrugem do cafeeiras. IBC/GERCA. Vitoria. pp. 50-51.
30. MATTHEWS, G. 1975. A graticule for classification of spray droplets. FANS. Vol. 21(3): 343-344.
31. McDANIEL, S. et al. 1983. Aerial Drift Profile of oil and Water Sprays. Agricultural Aviation, Feb/83:25-29.
32. MICRONAIR (AERIAL) LIMITED. Micronair AU-4000 Operator's Handbook. England. 51p
33. MOORE, J. 1982. Why vegetable oils may cheaper than water. In: Prac. Delta-Agricultural oil day-Phyllips Country Community College. Helena, Arkansas. pp.15-17.
34. MORA, J.; SALCEDO, C. 1985. Tecnología de la aspersión aérea de Agroquímicos. Bogotá, 51p.
35. NALEWAYA, J. and ADAMCZEWSKI, K. 1976. Vaporization and uptake of Atrazine with additives. Weed Science. 24 (2): 217-223
36. -----, -----, 1977. Red root pigweed (*Amaranthus retroflexus*) control with Bentazon plus additives. Weed Science. 25(6): 506-510.
37. STOLLER, Ltda. s.f. El CARRIER en las aplicaciones aéreas.- Bogotá. 71.P.
38. THORNE, A. 1983. Acietes vegetales y plaguicidas. Agricultura de las Américas, Diciembre/83:30-33.

39. UMANA, M. 1987. Coadyuvantes: No son todos iguales ni cumplen el mismo fin. Stoller, Enterprises de Colombia Ltda. Cinco entregas.

40. VAUGHAN, M. 1983. Bases ecológicas del manejo integrado de plagas. FAO-ICA. Curso Internacional intensivo de manejo integrado de plagas en cultivos de algodón, caña de azúcar, yuca y soya. Palmira, Colombia. 8p.