

EFFECTO DEL TAMAÑO Y CANTIDAD DE GOTAS DE AGROQUIMICOS SOBRE LA COBERTURA DEL FOLLAJE

Miguel J. Barriga R. *
Libardo A. López M. *
Leslie G. F. Hewitt **
Luis C. Salazar **

COMPENDIO

Se probaron 110, 250, 350 y 480 μ de VMD en aspersión acuosa y 110 μ en involátil con 3 densidades de follaje y 3 niveles de altura de la planta. La penetración es mayor y más uniforme en los VMD pequeños. Las mayores coberturas se encontraron en el nivel alto. Hay diferencias significativas entre el nivel alto con el medio y el bajo. La situación esperada, mayor cobertura en las densidades menores, ocurrió en 480 μ acuoso y 110 μ involátil y no se presentó en 350 y 250 μ . Hubo diferencias más significativas entre niveles que entre densidades en 480, 350 y 250 μ mientras que en 110 μ ocurrió lo contrario. Se obtuvo una fórmula de regresión : $Y=F(0.6772 + 0.1749D - 6.4302821 \cdot 10^{-6} X^2 + 1.9319N^3)$ (R=0.8454 al 0.1 o/o).

ABSTRACT

Were compared 110, 250, 350 and 480 μ VMD in water spray and 110 μ in involatile spray with 3 plant densities and 3 plant levels. The penetration was greater and more uniform with the smaller VMD's. The greater coverage were found in the high level of plants. The coverage of the high level of plants was different from the middle and low levels. The expected case is that the smallest dense foliage have the greater coverage; this condition is observed with 480 μ in water and 110 μ involatile but with 350 μ and 250 μ the opposite case was observed. In the analisis of variation was noted differences between levels more than between foliage densities in 480 μ , 350 μ and 250 μ were as the opposite case occur in 110 μ . A formula of regresion was obtained: $Y=F(0.6772 + 0.1749D - 6.4302821 \cdot 10^{-6} X^2 + 1.9319N^3)$ (R=0.8454 at 0.1 o/o).

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional - Palmira.

** Ciba Geigy. Cali

1. INTRODUCCION.

La lucha química es un componente importante del sistema de control integrado de plagas por su eficacia y rapidez, pero sólo se debe usar, cuando el agrosistema lo exija y las condiciones económicas lo permitan. Para alcanzar mayor eficacia y precisión en la aspersión de agroquímicos las técnicas de aplicación juegan un papel importante.

Los principales parámetros físicos que afectan la eficiencia biológica de una aspersión son el número de gotas por unidad de superficie, su tamaño y la cantidad de ingrediente activo (Fisher y Menzies, 3). Con las gotas finas se superan fácilmente obstáculos (Matthews, 5) y se logran los mejores efectos biológicos (Himmel y Moore, 4; Solang, 6).

El presente trabajo tiene como objetivo evidenciar la importancia de los aspectos físicos de la aplicación, probando 4 tamaños de gota VMD (diámetro volumétrico medio) en 3 densidades de follaje y en 3 niveles de la planta, y demostrar el efecto de la evaporación en relación con el tamaño de la gota.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

El trabajo se realizó en el Ingenio Pichichí, departamento del Valle, en un cultivo de café caturra al sol, con un espaciamiento entre surcos de 1.2 m y entre plantas de 1.2 - 1.3 m.

Las densidades de follaje, calculadas según el método descrito por Valencia (7), fueron 5.46, 4.17 y 2.43 m² de área foliar (densidades 1, 2 y 3 respectivamente) y 0, 25 y 71 o/o de espacio libre entre plantas. Se probaron igualmente 3 niveles de altura del cultivo y 4 VMD: 480 μ (boquilla TK - 0.75, 20 psi), 350 μ (boquilla 8001, 40 psi), 250 μ (boquilla 11001, 40 psi) y 110 μ (disco rotativo).

Para los tres primeros VMD se usaron 42.35 l/ha y una fumigadora marca Triunfo (Ref. 262) y para el último 6.35 l/ha y un equipo de aspersión de disco rotativo Ulva Handsprayer a 6 000 rpm. Los resultados (No. Gotas/cm²) se equipararon a iguales volúmenes.

Las boquillas se colocaron horizontalmente, 50 cm por encima de las plantas más altas, intentando formar una nube de aspersión antes de que las gotas llegaran al cultivo. No se logró por completo el efecto requerido. Se hicieron pasadas adicionales, contrarias a la dirección del viento, con el fin de minimizar la deriva.

Para el agua asperjada con azúl marino al 1 o/o el colector fué papel kromekote de 7.5 x 2.5 cm. Se realizó un experimento colateral para conocer las coberturas logradas con aspersiones involátiles con 110 μ VMD, con iguales características al anterior y aceite de maíz con typhor violeta al 1 o/o.

Se usó como diseño experimental el de parcelas subdivididas y el análisis de la aspersión acuosa e involátil se realizó por separado. Los resultados se presentan en No. Gotas/cm² / l , excepto para el ANOVA, con el fin de hacerlos más útiles, ya que con sólo multiplicar éste término por el volumen de aplicación, se puede lograr la cobertura para cualquier volumen. El término real debe ser No. Gotas/cm² / l /ha., pero se usa el primero en aras de la simplicidad.

3. RESULTADOS Y DISCUSION.

3.1. Evaporación.

Las diferencias entre los resultados teóricos esperados y los reales aumentan a medida que el VMD disminuye, se hacen notables a partir de 250 μ VMD, y en 110 μ VMD son abismales (Cuadro 1). Lo cual se debe a que el efecto de evaporación se acentúa con la disminución del VMD.

Además, la evaporación se ve influida por la altura de caída de la gota, que es mayor en la menor densidad de follaje.

Relacionando VMD y o/o evaporación (Fig. 1) se demuestra una vez más que tanto para las condiciones del experimento (condiciones normales) como para condiciones extremas en la zona plana del Valle del Cauca, el principal efecto sobre la cobertura, ocasionada por la evaporación de aspersiones acuosas, se debe al VMD.

Comparando los depósitos obtenidos en 110 μ VMD se puede notar una marcada diferencia entre el acuoso y el involátil (3.39 vs 15.64 gotas/cm² / l, 5.43 vs 38.70, 2.13 vs 31.12 para las densidades 1, 2 y 3 respectivamente).

3.2. Penetración o distribución vertical.

En lugar de 110 μ VMD acuoso (seriamente afectado por la evaporación) se usará en éste acápite del involátil para efectos analíticos.

Cuadro 1 (*)

Número de Gotas/cm² /l teórico y real para los diferentes VDM en las tres densidades de follaje. Nivel alto. Aspersión acuosa.

Densidad de follaje	VDM (μ)	No. Gotas/cm ² / l.	
		Teórico	Real
1	480	0.8	1.06
2	480	0.8	1.10
3	480	0.8	0.70
1	350	2.0	2.62
2	350	2.0	2.79
3	350	2.0	2.43
1	250	4.8	4.06
2	250	4.8	3.40
3	250	4.8	2.39
1	110	38.0	3.39
2	110	38.0	5.43
3	110	38.0	2.13

* o/o Evap = H x IE x RD

donde:

H = altura de emisión de la gota (cm)

IE = índice de evaporación, dependiente de la temperatura y la humedad relativa.

RD = factor de corrección para evaporación relativa a gotas de 100 micras. (Ciba Geigy, 2).

Las mayores coberturas se obtuvieron en los niveles altos. La prueba de Duncan mostró para las aspersiones volátil e involátil diferencias significativas al 5 o/o, entre el nivel alto y el medio; y entre el alto y el bajo.

Los espacios libres entre plantas permiten la presencia de corrientes de aire que distribuyen las gotas finas, que son precisamente las que llegan a las partes bajas de la planta. En el tronco del arbusto, donde no hay follaje, el fenómeno se presenta en mayor grado. Por esta razón en la prueba de Duncan no hay diferencias entre los niveles medio y bajo.

El fenómeno se presenta de forma más marcada en la densidad 3 (ma-

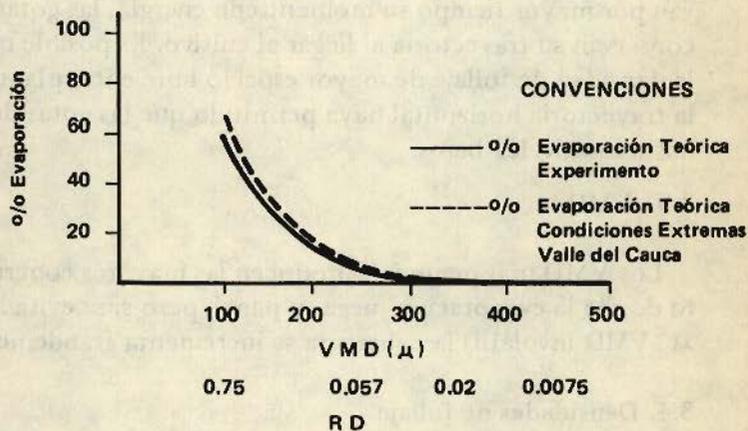


Figura 1. o/o de Evaporación Teórica.

por espacio libre). Es necesario aclarar que éste fenómeno depende de la existencia o no de las corrientes de aire, que es mayor entre más espacio libre entre plantas haya y entre más fino sea el VMD, y depende del tipo o forma de la planta.

Al expresar las coberturas de los diferentes niveles en porcentaje (Figura 2), la penetración va haciéndose más uniforme con la disminución del VMD, ya que las gotas entre más finas sean tienen menos momento de energía y pueden rebasar fácilmente los obstáculos repartiéndose uniformemente en los diferentes niveles de la planta. La mayor uniformidad se nota en 110 μ VMD.

Las diferencias entre niveles no son apreciables en 480 μ VMD, y el fenómeno es más evidente en la densidad de follaje 3 (Fig. 2).

Como la aspersión se hizo horizontalmente y las gotas grandes conservan por mayor tiempo su momento de energía, las gotas de 480 μ VMD conservan su trayectoria al llegar al cultivo. Es posible que, sobre todo en la densidad de follaje de mayor espacio libre entre plantas (densidad 3), la trayectoria horizontal haya permitido que las gotas de éste VMD lleguen hasta los niveles bajos.

3.3. VMD.

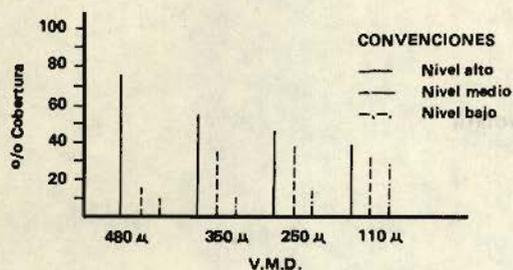
Los VMD más pequeños producen las mayores coberturas, hasta el punto donde la evaporación juega su papel, pero si se evita la evaporación (110 μ VMD involátil) la cobertura se incrementa grandemente (Fig. 3).

3.4. Densidades de follaje

Se esperaba que las mayores coberturas se presentaran en la densidad de follaje menor y disminuyera con el aumento de la densidad. Sin embargo, solo ocurre algo similar en 480 y en 110 μ VMD (Fig. 4).

En 480 μ VMD la evaporación es tan reducida que no altera los resultados, en 350 y 250 μ la evaporación jugó su papel. En 110 μ VMD involátil, como no hay evaporación, vuelve a ocurrir la situación normal. Otra explicación al fenómeno la pueden dar los espacios libres entre plantas y la tendencia a la verticalidad u horizontalidad de la trayectoria de las gotas determinada por su momento de energía (Fig. 5).

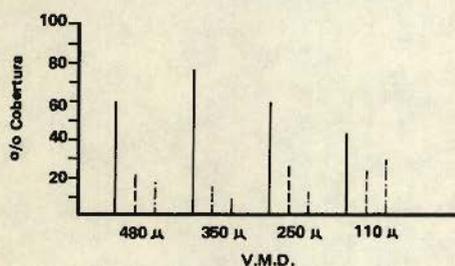
Teniendo en cuenta estos dos factores se puede estimar la probabilidad hipotética de intercepción de gotas. En gotas gruesas (480 μ VMD) esta probabilidad depende de su capacidad de penetrar en el follaje, la cual



A. Densidad de follaje 1

DENSIDAD 1

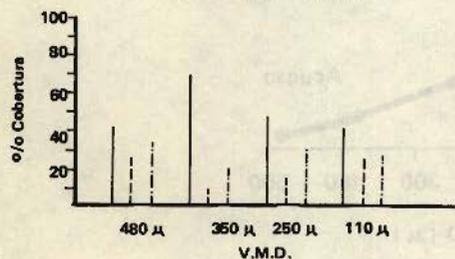
	480 μ	350 μ	250 μ	110 μ
NA	76.26	55.51	47.21	40.36
NM	14.39	33.22	38.31	29.54
NB	9.35	11.35	13.98	30.08



B. Densidad de follaje 2

DENSIDAD 2

	480 μ	350 μ	250 μ	110 μ
NA	60.77	77.79	60.07	44.80
NM	23.20	14.98	27.03	24.90
NB	16.02	77.5	12.90	30.30



C. Densidad de follaje 3

DENSIDAD 3

	480 μ	350 μ	250 μ	110 μ
NA	42.42	71.61	59.31	43.82
NM	25.46	9.73	16.00	26.34
NB	32.12	18.38	33.68	26.07

Figura 2. Cobertura en los diferentes niveles y para las diferentes densidades de follaje.

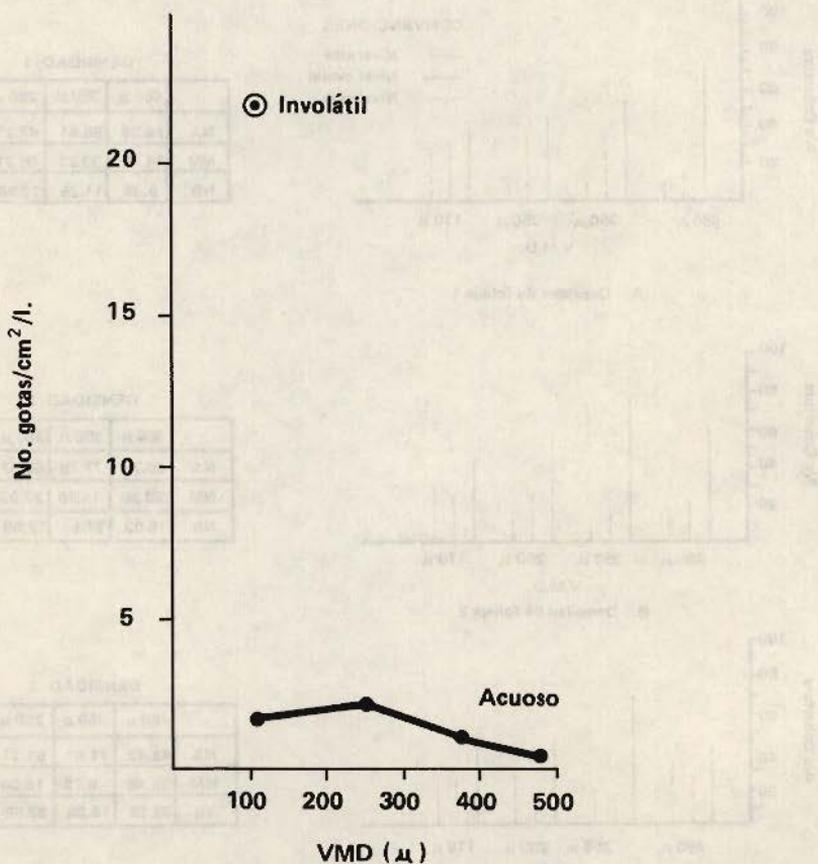


Figura 3. Número de gotas/cm² promedios totales según VMD (acuosa o involátil).

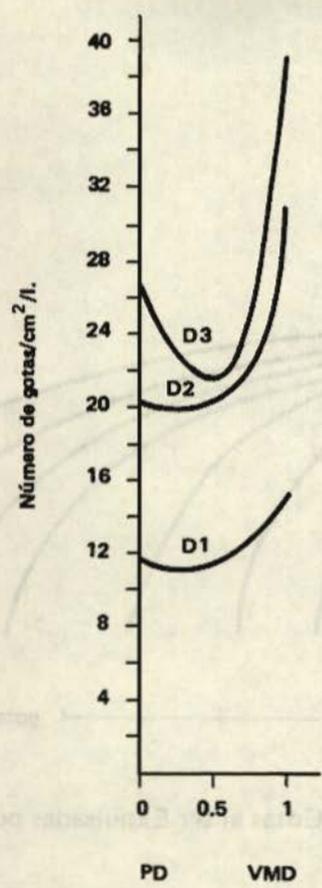


Figura 4. Gotas/cm² en diferentes niveles y para las diferentes densidades de follaje T10 μ VMD Aspersión Involatil.

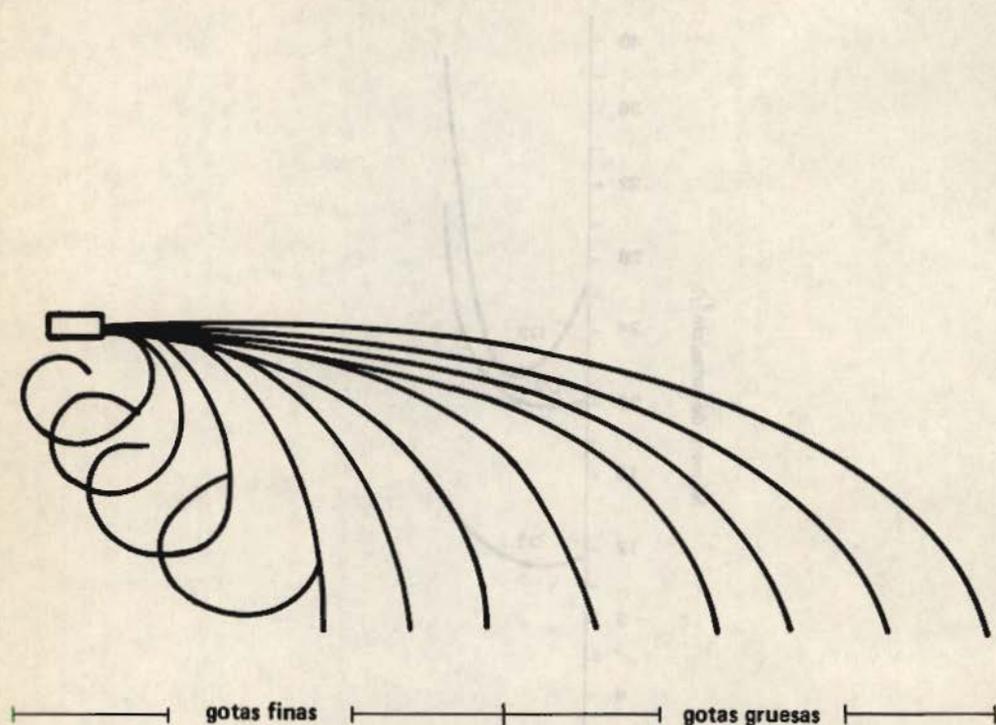


Figura 5. Trayectoria de las Gotas al ser Expulsadas por el Aparato de Aspersión.

aumenta con la disminución de la densidad. En las gotas finas (350 y 250 μ VMD) no habrá pérdidas en la densidad 1, pues no hay espacio libre entre plantas; en la densidad 2 se puede perder hasta un 25 o/o dependiendo de la verticalidad de la trayectoria de la gota y en la densidad 3 se puede perder hasta un 71 o/o. Con las gotas más finas (110 μ VMD), redistribuidas por las corrientes de aire que circulan con mayor libertad a medida que disminuye la densidad, vuelve a ocurrir la situación normal.

El fenómeno de que con 110 μ VMD involátil la cobertura en la densidad de follaje 2 sea mayor que en la 3 y ésta a su vez mayor que en la 1, puede atribuirse a fenómenos no estudiados, como por ejemplo al efecto aerodinámico de los árboles.

3.5. Análisis de varianza.

Los ANOVA no muestran diferencias significativas entre plantas, indicando que la aspersión fué bien realizada. El pequeño cuadrado medio del error entre enfoques indica que la cobertura dentro de los colectores fué más o menos uniforme.

La aspersión acuosa no presenta diferencias significativas entre densidades de follaje, pero sí en la interacción densidad por nivel. Esto indica que las diferencias entre niveles sólo son apreciables, cuando se tiene en cuenta al mismo tiempo la densidad. Lo contrario ocurre en la aspersión involátil.

Lo cual confirma el hecho de que las gotas grandes (110 μ VMD está seriamente afectado por la evaporación), por su mayor momento de energía, caen en el primer obstáculo que se les presente, por lo tanto las diferencias entre niveles serán más objetivas que entre densidades. Lo contrario ocurre con gotas finas (110 μ VMD involátil) que penetran más fácilmente y las diferencias están en función de la densidad de follaje.

Las diferencias significativas entre VMD y entre niveles en ambos casos son objetivas y ya fueron estudiadas. El efecto significativo de la interacción VMD x Nivel, muestra la importancia de adecuar el VMD según la localización vertical de la plaga en el cultivo.

Por último, se presenta una fórmula de regresión para las tres variables estudiadas (D = densidad de follaje en m^2 , X = VMD en μ y N = Nivel: Alto = 1.0, Medio = 0.5 y Bajo = 0.0), cuya utilidad práctica está restringida, por ahora, a las condiciones del experimento.

$$Y = 0.6772 + 0.1749 D - 6.4302821 \cdot 10^{-6} X^2 + 1.9319 N^3 \quad (1)$$

$$(R = 0.8213^{**} \text{ al } 0.1 \text{ o/o})$$

que al no presentar el marcado efecto de evaporación en 110 μ VMD, se puede mejorar multiplicando por el término $F = Y_2/Y_1$.

$$Y_2 = 2.1048 - 6.4302821 \cdot 10^{-6} X^2 \quad (2)$$

que es la fórmula (1) sólo en función de X.

$$Y_1 = 1.1748 + 7.5443743 \cdot 10^{-3} X - 1.8762334 \cdot 10^{-5} X^2 \quad (3)$$

$$(R = 0.9626^{**} \text{ al } 1 \text{ o/o})$$

que es una fórmula de regresión sólo en función de X.

Al multiplicar la fórmula (1) por el factor $F = Y_2/Y_1$, el coeficiente de correlación aumenta a 0.8454^{**} al 0.1 o/o. Esta fórmula sólo sirve para aspersiones acuosas.

4. CONCLUSIONES.

- 4.1. Los VMD pequeños producen las mayores coberturas y las distribuciones más uniformes en los diferentes niveles de la planta. Las gotas finas penetran con mayor facilidad en todos los niveles de las plantas. Los niveles medio y bajo son estadísticamente similares y a la vez estos dos son diferentes del nivel alto.
- 4.2. La influencia inversa de la densidad del follaje en la cobertura puede variar por la altura de caída de la gota (que es mayor entre menor sea la densidad de follaje, produciendo mayor evaporación), por los espacios libres entre plantas (entre más espacio libre más "pérdida" de gotas finas, siendo ésta mayor entre mayor sea la tendencia a la verticalidad de las gotas). Las gotas gruesas tienen muy poca posibilidad de "pérdida" teniendo en cuenta estos factores.
- 4.3. Los VMD grandes producen diferencias más evidentes entre niveles que entre densidades de follaje. Lo contrario sucede con VMD finos. En aspersiones acuosas el principal factor que influye en la evaporación de gotas es el tamaño (VMD) y el efecto es mayor entre más fino sea el VMD. La evaporación es factor limitante en aspersiones por debajo de 250 μ VMD. Usando formulaciones involátiles, se minimiza la evaporación en altas proporciones.

4.4. Todos los VMD probados (a excepción de 110 μ acuoso) pueden producir coberturas aceptables en todos los niveles de la planta, con un volúmen de aplicación adecuado.

5. BIBLIOGRAFIA.

1. CIBA GEIGY. La técnica de aplicación de agroquímicos, su teoría y su práctica. 1a. Parte: Principios y Fundamentos. Bogotá, 1975. 64 p.
2. ————— . Técnicas de Aplicación; curso avanzado. Cali, 1980. 192 p.
3. FISHER, R. W. and MENZIES, D. R. Relationship of phosmet deposit parameter to mortality of newly-hatched oriental fruit moth larvae. J. Econ. Entomol. 71 (4): 43-9. 1978.
4. HIMEL, CH. M. and MOORE, A. D. Spray droplet size in the control of spruce budworm, bollweevil, bollworm and cabbage Lopper. J. Econ. Entomol. 62 (2): 916-8. 1969.
5. MATTHEWS, G. A. Pesticide application methods. London, Logman, 1979. 334 p.
6. SOLANG, U. K. Spray collection by cotton plants; the contribution of small droplets and their production by airborne atomizer. Seminar on the strategy for cotton pest control in the sudan gezira. Sudan, Ciba Geigy, 1975. 10 p.
7. VALENCIA A. , G. Relación entre índice de área foliar y la productividad del cafeto. Centro Nacional de Investigaciones del café (Colombia) 24 (4): 78 - 9. 1973.