

DESARROLLO FOLIAR DEL CAFETO EN TRES DENSIDADES DE SIEMBRA

Jaime Arcila-Pulgarín * ; Bernardo Chaves-Córdoba **

RESUMEN

ARCILA P., J.; CHAVES C., B. Desarrollo foliar del cafeto en tres densidades de siembra. *Cenicafé (Colombia)* 46(1): 5 - 20. 1995.

En Cenicafé, Chinchiná, Colombia se observó el desarrollo foliar de *Coffea arabica* L. var. Colombia en densidades de 2.500, 5.000 y 10.000 pl.ha⁻¹, durante 19 trimestres, con base en el Número de Hojas (NH), Área Foliar (AF) y las variables derivadas, Índice de Área Foliar (IAF), y duración del área foliar (DAF). La función logística describió mejor el comportamiento de estas variables en función de la edad y del tiempo térmico. Los máximos valores de área foliar alcanzados fueron 23,4; 19,6 y 9,1 m² a los 56, 53 y 43 meses, respectivamente para las tres densidades. El tamaño promedio de las hojas disminuyó con la edad. El índice de área foliar varió con la edad y la densidad; se observaron valores máximos de 9,8; 9,1 y 5,8 respectivamente para 5.000, 10.000 y 2.500 pl.ha⁻¹. El desarrollo foliar descrito en función del tiempo térmico mostró tendencias similares y las máximas tasas brutas de crecimiento del AF y del IAF se obtuvieron con 9.302, 8.859 y 7.079 grados días acumulados, respectivamente, para las densidades 2.500, 5.000 y 10.000 pl.ha⁻¹. La máxima duración del área foliar correspondió a la densidad de 5.000 pl.ha⁻¹. No hubo correlación significativa entre el desarrollo foliar y la producción de café cereza.

Palabras claves: *Coffea arabica* L., fisiología, área foliar, índice de área foliar, duración de área foliar, grados-día, tiempo térmico, logística.

ABSTRACT

Foliage development of *Coffea arabica* L. var. Colombia in planting densities of 2.500, 5.000 and 10.000 trees.ha⁻¹, was observed quarterly during 57 months, in Chinchiná, Colombia. The evaluations included number of leaves (LN), Leaf Area (LA) and the derived variables Leaf Area Index (LAI) and Leaf Area Duration (LAD). The logistic function described adequately the behavior of these variables in relation to age and thermal time. The maximum values of LA obtained were 23.4, 19.6 and 9.1 m² and the time required to reach these maxima was 56, 53 and 43 months respectively for the three densities. The average LA decreased with age at all densities. LAI varied with age and planting density and reached values of 9.8, 9.11 and 5.84 respectively, for the 5000, 10000 and 2500 pl.ha⁻¹ densities. Foliar development in relation to thermal time followed similar tendencies. The maximum absolute growth rates of LA and LAI were obtained when 9302, 8859 and 7079 degree days had accumulated, respectively for 2.500, 5.000 and 10.000 pl.ha⁻¹. Maximum LAD was observed at a density of the 5.000 tree.ha⁻¹. There was no significant correlation between LA, LAI and coffee berry yield.

Keywords: *Coffea arabica* L., Leaf Area, Leaf Area Index, Leaf Area Duration, Degree-days, thermal time, logistic.

* Investigador Principal I. Fisiología Vegetal. Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE, Chinchiná Caldas, Colombia.

** Investigador Científico II. Biometría. Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE, Chinchiná, Caldas, Colombia.

El potencial de producción de la planta está determinado fundamentalmente por la superficie foliar disponible para la asimilación del carbono a través de su ciclo de vida. La cosecha obtenida es el resultado del tamaño, eficiencia y duración de esta superficie fotosintética, y de la redistribución de los fotosintetizados.

Son pocos los estudios sobre el desarrollo foliar del café. En plantas jóvenes, los aspectos considerados comprenden seguimientos de la tasa de crecimiento de hojas individuales, de la tasa de aparición de hojas en ramas individuales o crecimiento del área foliar (9,13). El desarrollo foliar de plantas adultas ha sido el menos estudiado especialmente en relación con la edad de la planta, ya que en la mayoría de los casos, este sólo se ha considerado puntualmente o para períodos muy cortos (2,5,7,9,13, 17,18,21,24,29,30,31). En Colombia, Valencia (29) estudió el desarrollo foliar en *C. arabica* L. variedad Caturra, en tres densidades de siembra durante 4 años y encontró que éste era mayor en las menores densidades y viceversa.

El Índice de Área Foliar (IAF) es un importante indicador del desarrollo del cultivo, el uso de agua y la productividad. Es una medida que se deriva del conocimiento del desarrollo foliar y se define como el área de la superficie fotosintética que cubre un área dada de terreno, determinada generalmente por la distancia de siembra. La producción de materia seca aumenta con el IAF hasta un óptimo, por encima del cual se produce autosombreamiento, con reducción de la tasa fotosintética y de la tasa de asimilación neta (3,14,22).

Las investigaciones sobre el IAF en plantaciones adultas de café adolecen de las mismas limitaciones anotadas para el desarrollo del área foliar. Algunos estudios permiten sugerir que el café puede alcanzar valores de IAF cercanos a 10 (13,18), aunque no existe claridad acerca de los valores óptimos y máximos de IAF, debido a que las investigaciones realiza-

das hasta el momento no han tenido la suficiente duración para definirlos. Según Valencia (29), el IAF óptimo para *C. arabica* variedad Caturra es de 8, el cual puede ser alcanzado a los tres años después de la siembra con 10.000 plantas por hectárea, o a los cuatro años con 5.000 plantas por hectárea.

Cuando se integran los valores del IAF sobre un período de tiempo se obtiene la variable Duración del Área Foliar (DAF), un índice de la extensión y duración del sistema de interceptación de luz de la planta, desde sus primeros estados de desarrollo hasta que se alcanza el máximo IAF (12). Este aspecto ha sido también muy poco estudiado en la planta de café.

La modelación de la dinámica del desarrollo foliar de los cultivos es esencial para el desarrollo de modelos de predicción de la producción. La dinámica foliar está controlada por factores genotípicos y ambientales (6,11,20). Sin embargo, en las condiciones colombianas, predomina un genotipo específico y puede decirse que el desarrollo foliar está influenciado principalmente por las condiciones ambientales.

Bajo condiciones óptimas, la luz y la temperatura son los factores del medio ambiente que influyen directamente sobre las tasas de crecimiento foliar. La intensidad de la luz determina la tasa de fotosíntesis y por consiguiente el suministro de asimilados para la hoja. La temperatura afecta las tasas de división y expansión celular. Desde el punto de vista de modelación es importante expresar el desarrollo foliar en función del tiempo térmico, lo cual permite separar el efecto de la temperatura sobre el crecimiento foliar en el campo, donde ésta y otros factores varían simultáneamente (20).

Conocer los diferentes aspectos del desarrollo foliar a través del tiempo en cultivos perennes como el café, permite determinar el poten-

cial de producción y estructura del dosel que interviene en la interceptación de luz, la fotosíntesis y la modelación del cultivo. Asimismo, el IAF es una variable indispensable en estudios sobre los procesos físicos y biológicos del dosel para determinar las condiciones de manejo más adecuadas del cultivo, desde el punto de vista de interceptación de luz y eficiencia fotosintética (6,11,14,19,22,32).

En este estudio se presentan los resultados sobre la evolución del desarrollo foliar y el IAF en *C. arabica* L. variedad Colombia y se propone el modelo logístico para modelar su comportamiento con la edad y también en función del tiempo térmico.

MATERIALES Y METODOS

Localización. El estudio se realizó en la Estación Central Naranjal de Cenicafé, localizada a 04° 58' Lat. N., 75° 42' Long. Oeste, 1400 m.s.n.m., con un promedio de precipitación de 2.700 mm anuales, temperaturas de 26,8°C máxima, 20,6°C media y 16,2°C mínima; humedad relativa 75% y brillo solar de aproximadamente 1.866 horas - año. Con suelos derivados de ceniza volcánica, typic dystrandep (10,16).

Material Vegetal. Se utilizaron plantas de *Coffea arabica* L. variedad Colombia sembradas en Febrero de 1985 en parcelas con las siguientes distancias de siembra entre plantas y surcos: 2 x 2m, 1,42 x 1,42m y 1 x 1m, que corresponden a densidades de 2.500, 5.000 y 10.000 plantas.ha⁻¹, respectivamente. En estas parcelas se escogieron 4 surcos de 8 plantas y en cada surco se señaló una planta para hacer las mediciones.

Evaluación de las variables de la planta. Durante 19 trimestres, se contó el Número de Hojas (NH) y se midió el Área Foliar (AF) en las 4 plantas señaladas en cada una de las distancias de siembra. El área foliar se midió directamente en el campo mediante una regla diseñada

con base en la fórmula desarrollada por Valencia (29):

$$\log A = 2,02501 \log L - 0,57278$$

en donde :

A = Área de la hoja

L = Longitud de la hoja.

Para obtener el área foliar total de la planta se midió el área de las hojas de un lado de todas las ramas de la planta, incluyendo las secundarias y terciarias, y se multiplicó por 2 este valor, excepto en aquellos casos donde solo existía una hoja, (29).

A partir de las mediciones de área foliar se derivó la variable Índice de Área Foliar (IAF) la cual se define como el cociente entre el área foliar de la planta en un momento dado y el área de terreno destinada a la misma y que a su vez está determinada por la distancia de siembra.

Otra variable derivada fue la duración del área foliar (DAF) que es el valor integrado del IAF sobre un período de tiempo (t). Se calculó mediante la siguiente expresión (12):

$$DAF = \int_1^{19} \frac{A}{(1 + B e^{-Cx})} dt$$

en donde :

A, B, C = Corresponden a los parámetros de la función logística que se presentan en Resultados y Discusión.

Se llevaron además registros de producción de las 8 plantas de cada surco.

Evaluación de las variables del clima. Para el tiempo térmico se consideraron los registros de temperatura de la estación climatológica ubicada a 100 m del sitio experimental.

El tiempo térmico se calculó mediante la siguiente función (20):

$$TT = \sum_{i=1}^{19} (T_m - T_b)$$

en donde :

- $(T_m - T_b)$ = Unidad Térmica (UT).
- T_m = Temperatura media diaria
- T_b = Temperatura base (mínimo de temperatura donde no crece la planta, 10°C para café)

Análisis. Para determinar el comportamiento del desarrollo foliar en función del tiempo cronológico o de las unidades térmicas acumuladas, a los datos sobre el Número de Hojas (NH) y el Área Foliar (AF) observados y aquellos derivados como el Índice de Área Foliar (IAF) y duración del Área Foliar (DAF) se les ajustó la función logística (25):

$$Y_t = \frac{A}{1 + B e^{-Ct}} + e_t$$

en donde :

- Y_t = Número de hojas, área foliar o índice de área foliar en el tiempo t
- A = Máximo desarrollo foliar (capacidad o población máxima)
- B = Constante de integración
- C = Tasa promedio de crecimiento
- e_t = Errores aleatorios en el tiempo t
- t = Tiempo

Para el análisis con el tiempo térmico, basta reemplazar la variable t de la función logística

por el número de unidades térmicas acumuladas (TT) en cada punto de observación.

En general, esta función se ajustó mejor a los datos que las de Von Verthalanfi, Gompertz y logística generalizada ya que presentó menor error cuadrático medio, razón por la cual fue utilizada para la descripción de las observaciones.

Las tasas brutas de crecimiento se obtuvieron mediante la expresión:

$$TB = \frac{C}{A} (AY - Y^2)$$

en donde,

- C, A = Coeficientes de la función logística
- Y = Valor de la variable NH, AF ó IAF

RESULTADOS Y DISCUSION

Número de Hojas. En la Figura 1A se observa el número de hojas en función del tiempo, en cada una de las densidades. Al ajustar la curva logística de crecimiento se obtuvieron los valores estimados de los coeficientes de la función que se muestran en la Tabla 1.

En las plantas, desde los estados iniciales de desarrollo hasta los 18 meses, se observa un crecimiento lento del número de hojas, similar para todas las distancias. A partir de este momento el desarrollo foliar es exponencial y cambia de acuerdo a la densidad, encontrándose un menor número de hojas para la densidad de 10.000 plantas.ha⁻¹, intermedio para 5.000 plantas.ha⁻¹ y mayor para la densidad de 2.500 plantas.ha⁻¹. Las edades en que se presentaron los puntos de inflexión en las curvas fueron diferentes en las tres densidades de siembra: 34,

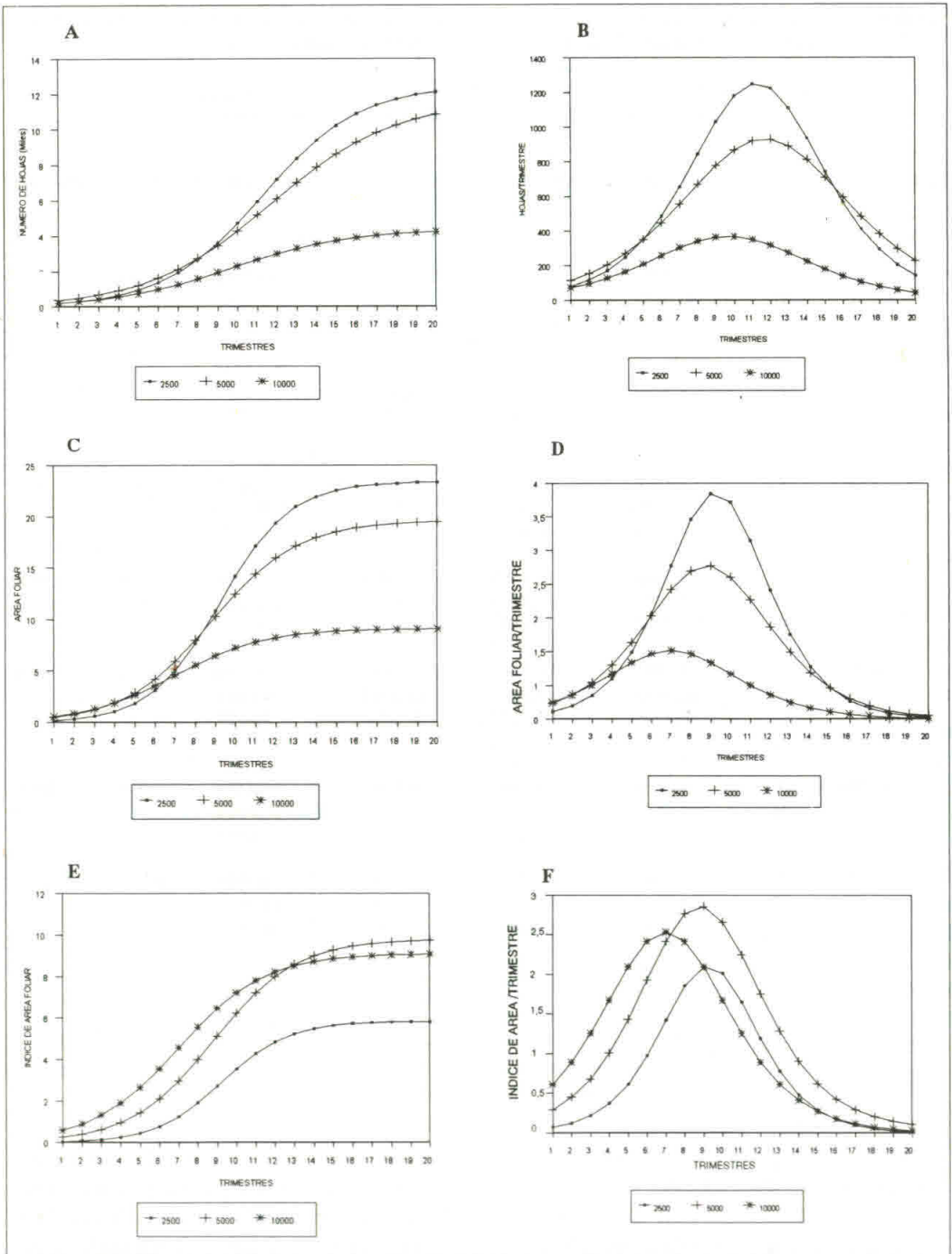


Figura 1. Comportamiento del número de hojas (A), el área foliar (C), el índice de área foliar, (E) y tasas brutas de crecimiento (B,D,F) de estas variables, en tres distancias de siembra según la edad de la planta.

