

## ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS E ÍNDICES DE CRECIMIENTO DEL ÁRBOL DE MARACO (*Theobroma bicolor* H.B.K.) A PRIMERA FLORACIÓN<sup>1</sup>

María Soledad Hernández G.<sup>2</sup> Adriana E. Casas F.<sup>3</sup>, Orlando Martínez W.<sup>4</sup>,  
Jesús Antonio Galvis V.<sup>5</sup>

### RESUMEN

El maraco (*Theobroma bicolor* H.B.K.) es un frutal amazónico con alto potencial agroindustrial. Para su inclusión dentro de la economía de mercado regional es indispensable conocer su comportamiento fisiológico durante la fase vegetativa con el fin de establecer la eficiencia de acumulación de materia seca. Entonces, se hace necesario desarrollar estudios que conduzcan a un mayor conocimiento de la especie, permitiendo con ello, generar alternativas para su producción comercial dentro del entorno amazónico. El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar el crecimiento vegetativo de la especie a partir del cálculo de las medidas derivadas de crecimiento: Tasa de asimilación neta (TAN), Tasa de crecimiento relativo (TCR), Tasa de crecimiento del cultivo (TCC), Relación del área foliar (RAF), Duración del área foliar (DAF) e Índice de área foliar (IAF) en el árbol de maraco, desde su siembra definitiva en el campo hasta la primera floración. Se encontró que el área fotosintética del árbol y su materia seca aumentaron a lo largo de toda la fase vegetativa, con un patrón de crecimiento sigmoideal. Los índices TAN, TCR y TCC se hicieron máximos en el período previo al iniciar de

la fase reproductiva, con lo cual se logró, en la planta, el balance carbono/nitrógeno requerido para la transición entre una fase y otra. Igualmente, la RAF se hizo máxima para la misma etapa. El análisis de crecimiento permitió cuantificar el crecimiento de la planta, su producción de materia seca y la expansión del área foliar, con lo cual se podrá en adelante, generar prácticas adecuadas de fertilización que promuevan la producción de tejidos fotosintéticos y pigmentos clorofílicos. De igual manera, se podrá establecer la arquitectura de planta ideal que permita la mayor eficiencia en el cultivo para la conversión de la energía radiante en energía química.

Palabras claves: Análisis, crecimiento vegetativo, maraco, cacao.

### SUMMARY

The Maraco is an amazonic fruit with a high potential for agroindustry, and so it is necessary to study the plant physiological behaviour in order to include it in the regional economy as an alternative of the amazonic productivity. This study was carry out in order to characterize maracos vegetative growth using the growth derivated measures: Net assimilation rate (NAR), Relative growth rate (RGR), Crop growth rate (CGR), Leaf area ratio (LAR), Leaf area duration (LAD) and Leaf area index (LAI) from sown field until flowering. It was found that leaf area and dry weight behavies in a sigmoidal way. The NAR, RGR LAR and CGR get it maximun at the begining of reproductive step, which aloud an adequate balance carbon/nitrogen to pass from vegetative stage to reproductive one. The growth analysis permitted the estimation of dry matter and leaf area expansion in the maraco plant that aids to recommend agronomic mangement practice for maraco crop as fertilization and plant architecture to increase photosyntetic activity in the crop.

Index words: Analysis, vegetative growth, Maraco, cacao.

- 1 Este trabajo hace parte de las investigaciones del convenio Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI- y el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos-ICTA- de la Universidad Nacional.
- 2 Investigadora Principal. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI-Convenio SINCHI-ICTA de la Universidad Nacional.
- 3 Ingeniera agrónoma. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.
- 4 Profesor Titular. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.
- 5 Profesor Asociado. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos-ICTA-de la Universidad Nacional de Colombia. Director-Investigador Convenio SINCHI-ICTA.

## INTRODUCCIÓN

La región amazónica se considera como una fuente importante de recursos fitogenéticos domesticados y silvestres. Sobre ellos se ha realizado un proceso de domesticación, tomando como criterio de selección, aquellas especies silvestres que al ser cultivadas mejoran significativamente su tamaño, características organolépticas y su volumen de producción. Entre ellas se encuentra el maraco, cacao silvestre de la región, de alto consumo por parte de las comunidades indígenas (TCA, 1994; Vélez, 1992).

El maraco es una planta bastante rústica, que se adapta a diferentes ambientes, tanto en vega de río como en tierra firme, tolera condiciones moderadas de sombrío y, generalmente, se ubica en el estrato medio de la sucesión del rastrojo. Una vez se ha sembrado la semilla, tal como se extrae de la fruta, tarda en germinar entre diez y quince días, de ahí transcurren tres meses en vivero y posteriormente se procede a su siembra definitiva en campo (Vélez, 1992).

La planta de maraco presenta gran susceptibilidad a los periodos secos y, cuando el periodo seco es muy fuerte, sus hojas se caen fácilmente; al llegar las lluvias el árbol se fortalece y comienza a emitir hojas. Su crecimiento es rápido, iniciando su vida productiva al segundo o tercer año. En su máxima madurez fisiológica, el árbol alcanza producciones que van desde los 10 hasta los 15 frutos dependiendo de la variedad. En Colombia, hasta el momento, no se ha hecho un estudio riguroso sobre las variedades existentes de maraco. Sin embargo, en la región de Araracuara, los indígenas diferencian las variedades de acuerdo con el tamaño y forma del fruto, identificando por lo menos tres cultivares: el de borugo (fruto grande), la propia (mediana) y la totuma (pequeña) (Vélez, 1992).

El árbol de maraco (*T. bicolor*) alcanza hasta 15 m. de altura, que es característica de la familia de las Esterculiaceas, copa medianamente ancha, hojas oblongas u ovoideas, imparipinadas, haz verde, envés grisáceo y base curvada de 16-40 cm de largo por 9-27 cm. de ancho. Durante el periodo vegetativo, el árbol presenta un número reducido de hojas, éstas van aumentando progresivamente de tamaño hasta cuando se inicia al periodo reproductivo (20 meses de edad), momento en el cual el ápice del tallo se abre en cuatro ramas primarias. En estas ramas se presenta la primera floración y en las cuales cuajan algunos frutillos, que, posteriormente, caen. A partir de cada rama primaria se

emiten dos secundarias y de cada una de estas, terciarias. En ramas secundarias, se inicia el crecimiento de frutos, aunque de éstos puede presentar aborto hasta del 90% (Casas, 1995; Vélez 1992)

El análisis de crecimiento es una aproximación cuantitativa para entender el crecimiento de una planta o de una población de plantas bajo condiciones ambientales naturales o controladas. Es una técnica que usa las matemáticas para cuantificar la relación existente entre el crecimiento de una planta, la producción de materia seca y la expansión de área foliar o entre estos factores y una condición ambiental como la luz, el agua o los nutrientes (Clavijo, 1989).

El crecimiento se define como un incremento irreversible en el tamaño de la planta, el cual, a menudo, es acompañado por cambios en la forma. El patrón de crecimiento de una generación se describe por medio de la curva sigmoidea, la cual resulta de las tasas de crecimiento diferenciales durante el ciclo de vida. Si la materia seca, el área foliar o la altura de una planta se grafican con respecto al tiempo, la curva que se produce será de tipo sigmoidal (Evans, 1972; Hunt, 1978; Radosevich y Holt, 1984; Gardner *et al.*, 1985).

De acuerdo con Hunt (1978, 1982), el análisis de crecimiento es una aproximación cuantitativa, que usa datos simples y básicos, para la descripción e interpretación de las plantas que crecen bajo ambientes naturales, seminaturales o controlados. El análisis matemático de crecimiento usa medidas directas tales, como, peso seco total de la planta, área foliar total y tiempo y medidas derivadas, tales como, la tasa de crecimiento relativo (TCR), la tasa de crecimiento del cultivo (TCC), la tasa de asimilación neta (TAN), la duración del área foliar (DAF), la relación de área foliar (RAF) y el índice de área foliar (IAF) que no pueden ser obtenidas a partir de las medidas directas (Radford, 1967; Evans, 1972; Hunt, 1978; Hunt *et al.*, 1984).

Se ha encontrado que el crecimiento en los cultivos, a pesar de tener comportamientos similares en la producción de área foliar, acumulación de materia seca y tasa de asimilación neta, presentan diferencias en la velocidad de producción de estos índices, la cual se ve afectada, de manera directa, por la arquitectura de planta, los estados de desarrollo y fitosanitario del cultivo y las variables climáticas predominantes durante su crecimiento. Es así que, en cultivos, tales como cebada (Orozco, 1981), la hoja bandera contribuye más que el resto de hojas a la tasa de acumulación neta, dado que ella intercepta la mayor cantidad de energía

radiante, impidiendo que esta alcance las hojas bajas. Similar comportamiento se observa en cultivos como café (Salazar *et al*, 1988). En otros casos al estratificar el cultivo no se encuentran diferencias en la acumulación de asimilados como resultado de la baja actividad fotosintética, como ocurre en las cactáceas y reporta Montoya (1990) para la planta de pitahaya.

La acumulación de asimilados responde de manera directa a la expansión y duración del área foliar, coincidiendo en que esta es lenta durante los primeros estados del desarrollo vegetativo para maximizarse durante los periodos de antesis y desarrollo del fruto (fase reproductiva). No obstante, pueden encontrarse, a mediados del ciclo vegetativo del cultivo, disminuciones en las tasas de acumulación y crecimiento, como lo reporta Salazar *et al* (1988) para café, debido, probablemente, a que, en el proceso de diferenciación, se presenta una fuerte actividad de la división celular que antecede a la aparición de brotes reproductivos, causando una disminución de las tasas de crecimiento.

En Colombia, no se reportan, hasta el momento, estudios sobre el crecimiento vegetativo en el maraco, por lo cual se hizo necesario establecer un ensayo que permitiera su cuantificación, mediante el cálculo de las medidas derivadas de crecimiento: Tasa de asimilación neta (TAN), Tasa de crecimiento relativo (TCR), Tasa de crecimiento del cultivo (TCC), Relación de área foliar (RAF), Duración del área foliar (DAF) e Índice de área foliar (IAF), a partir de los modelos propuestos para área foliar y peso seco en el cultivo (Casas *et al*, 1995 y Hernández *et al*, 1995).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en la granja experimental del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI - "El trueno", ubicada en San José del Guaviare, departamento del Guaviare, con una temperatura promedio de 23°C, humedad relativa promedio del 88%, precipitación pluvial anual de 2900 mm y brillo solar de 1650 horas/año.

El cultivo en el cual se realizó el ensayo estaba sembrado a 4m x 4m en cuadro. El análisis de crecimiento se hizo desde los seis meses de edad hasta que el cultivo entró a la etapa reproductiva (20 meses de edad), pues, a los 22 meses ya existían frutos cuajados.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, ya que las unidades experimentales

eran bastante homogéneas, puesto que se tenían árboles de la misma edad, suelo uniforme y la extensión de la parcela era limitada.

Se marcaron en total 18 árboles en el campo, en cada uno de ellos se tomaron medidas de altura de la planta y diámetro basal del tallo. Para el análisis de crecimiento se siguió el método funcional que comprende medidas a intervalo de tiempo más frecuentes (cada 15 días) usando 4 árboles por muestreo. En la ejecución del análisis se utilizaron los modelos matemáticos previamente obtenidos para peso seco y área fotosintética (Casas *et al*, 1995 y Hernández *et al*, 1995). A partir de la aplicación de esos modelos, se completó el análisis mediante el cálculo de los índices de crecimiento para la planta.

### Tasa de asimilación neta

Es una medida de la eficiencia de una planta o de una población como sistema asimilatoria, es decir, la ganancia neta de asimilados por unidad de área foliar y por unidad de tiempo (Evans, 1972; Hunt, 1978).

$$AN = \frac{(P_2 - P_1) * (\text{Loge } A F_2 - \text{Loge } A F_1)}{(T_0 - T_1) * (AF_0 - AF_1)}$$

### Tasa de crecimiento relativo

Expresa el incremento en peso seco en un intervalo de tiempo con relación a un peso inicial (Evans, 1972; Hunt, 1978).

$$CR = \frac{\text{Log } P_2 - \text{Log } P_1}{T_0 - T_1}$$

### Tasa de crecimiento del cultivo

Es la ganancia en peso de una comunidad de plantas, por unidad de área de suelo y por unidad de tiempo (Evans, 1972; Hunt, 1978; Gardner *et al*, 1985).

$$TCC = \frac{1}{AS} * \frac{(P_2 - P_1)}{(T_0 - T_1)}$$

### Relación del área foliar

Es la relación existente entre el área foliar expuesta por la planta o tejido fotosintetizador y la biomasa total de la planta y se expresa con la siguiente ecuación.

$$RAF = \frac{AF}{P}$$

**Índice del área foliar**

Esta relación representa la relación entre el área foliar o superficie fotosintetizadora y el área de suelo (AS) ocupada por el cultivo.

$$IAF = \frac{AF}{AS}$$

**Duración del área foliar**

Es un valor integrado del IAF sobre un período de tiempo y expresa la magnitud y persistencia del área foliar durante todo el período de cultivo.

$$OAF = \frac{(IAF_1 + IAF_2) * (T_2 - T_1)}{2}$$

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La etapa vegetativa tuvo una duración de 14 meses y terminó cuando se inició la etapa reproductiva, la cual se diferenció cuando comenzó la emisión de las cuatro ramas primarias, lo cual se conoce como la formación de la "mesa" en el cacao

y las hojas del tallo comenzaron a caer, como respuesta al estrés fisiológico de la formación de estructuras reproductivas. A los 22 meses ya existían frutos cuajados.

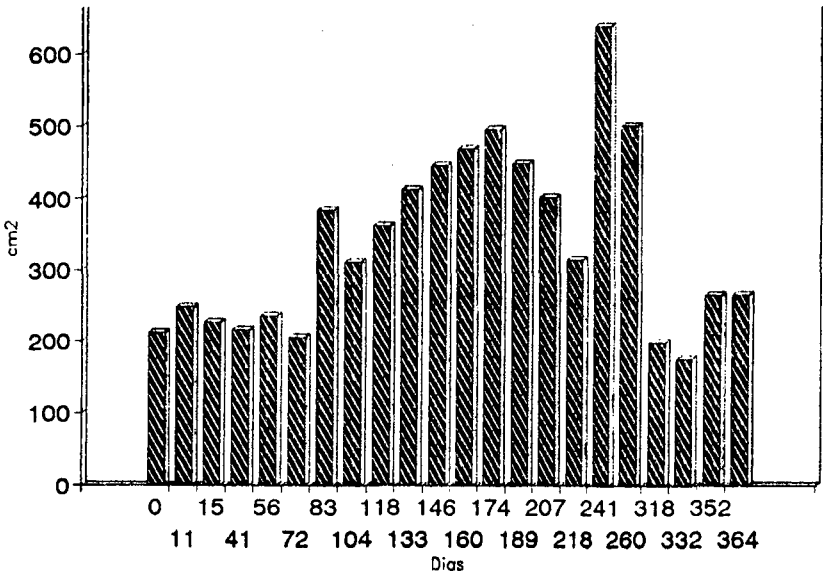
**Comportamiento del área fotosintética**

Se encontró que la expansión de área foliar (Figura 1) en el árbol se presentó progresivamente, observándose dos picos máximos a los 218 y 241 días, con valores de expansión del área foliar de 650,38 y 369,01 cm<sup>2</sup>, respectivamente. Estos fueron los máximos registros y coincidieron con el período en el cual la planta requirió acumular el máximo de fotosintetizados para iniciar la apertura de su copa y, así, lograr una alta acumulación de materia seca. Con ello, se obtuvo el equilibrio C/N adecuado para entrar a la fase reproductiva (Clavijo, 1989). Para los 332 días de crecimiento, se presentó el mínimo valor de expansión para incrementarse en número.

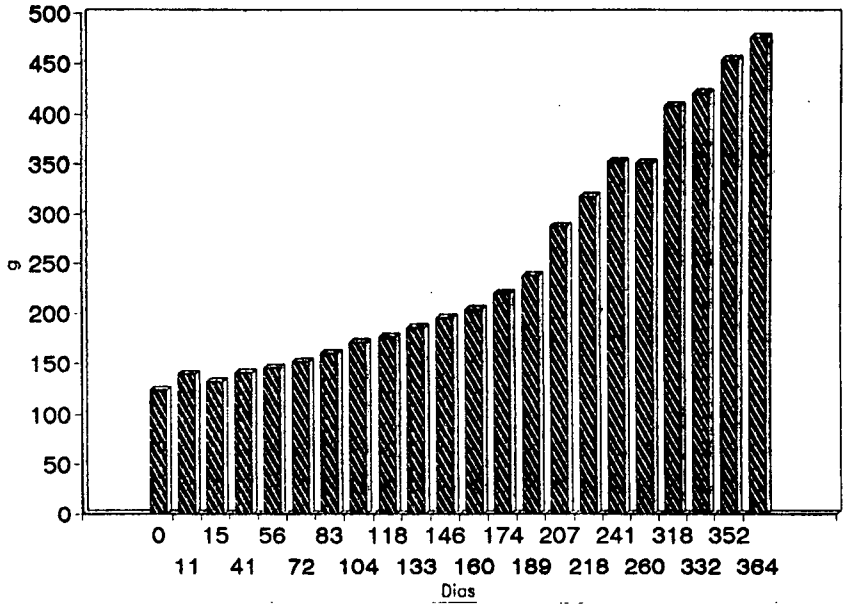
**Acumulación de peso seco**

El peso seco (Figura 2) aumentó permanentemente durante toda la fase vegetativa, hasta encontrar su máximo alrededor del día 364, momento en el cual el árbol entró a su fase reproductiva. Es probable, que de haberse continuado los muestreos, se hubiera encontrado que el peso continuaba su incremento, puesto que por una parte, en las plantas semiperennes, el crecimiento vegetativo no cesa completamente al iniciarse la floración (Montoya,

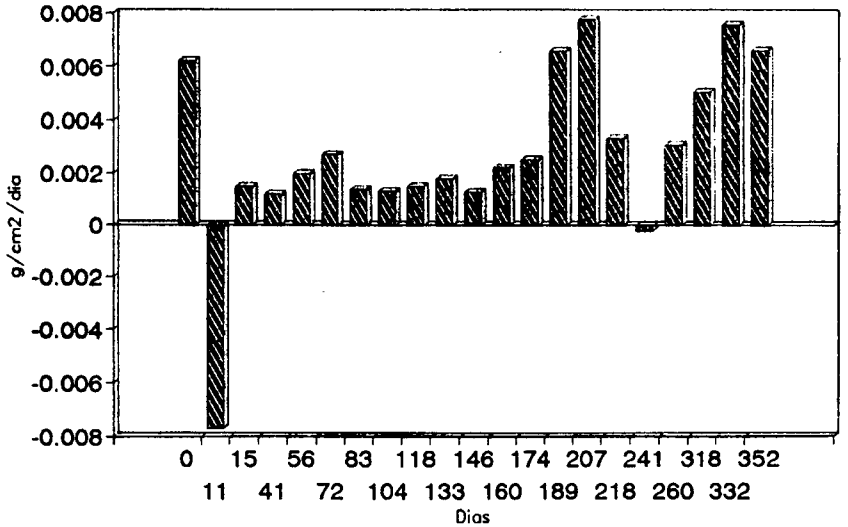
**Figura 1.** Variación del área foliar en Maraco, de siembra a primera floración.



**Figura 2.** Comportamiento del peso seco en Maraco, de siembra a primera floración.



**Figura 3.** Comportamiento de la TAN en el maraco de siembra a primera floración.



1991) y, por otra parte, las plantas utilizadas en el ensayo eran jóvenes y se encontraban en pleno proceso de formación de sus estructuras vegetativas, por lo cual se traslapa el crecimiento reproductivo con el vegetativo.

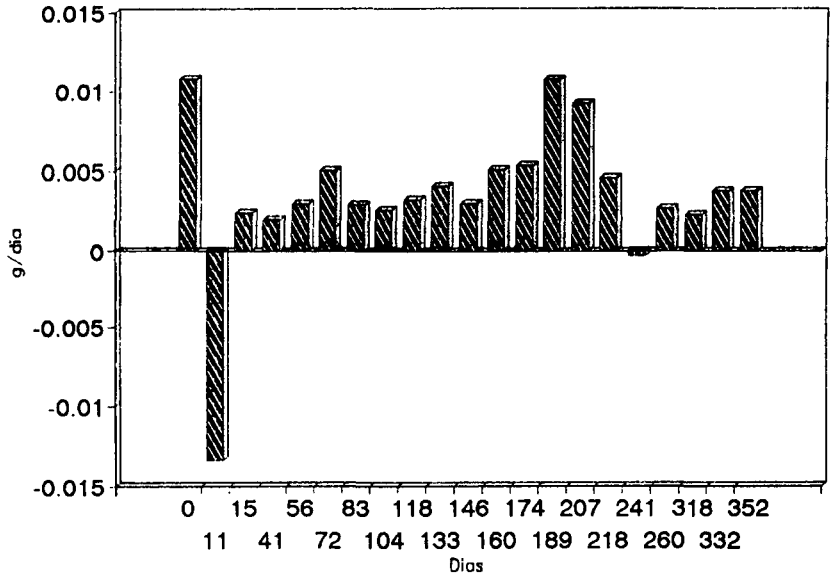
**Tasa de asimilación neta (TAN)**

El comportamiento de la Tasa de asimilación neta (TAN), se presenta en la **Figura 3**. Se encontró que hubo una producción irregular de materia seca por unidad de área fotosintética y por unidad de tiempo.

Se observó que el muestreo realizado a los 15 días presentó una relación de acumulación de materia seca negativa de  $-0.00019014 \text{ g/cm}^2/\text{día}$ . Este resultado se debe a que, durante éste período, los árboles de maraco estuvieron sometidos a un fuerte ataque de hormiga arriera (*Atta sp*). Después de este estrés, el índice tuvo un comportamiento irregular, ya que se recuperó durante el análisis.

El máximo valor, de  $0.0002008 \text{ g/cm}^2/\text{día}$ , se presentó a los 218 días. Este fue el momento en donde se obtuvo la más alta tasa de fotosíntesis, que fue aprovechada por la planta para aumentar el ta-

**Figura 4.** Comportamiento de la TCR en el maraco, de siembra a primera floración.



maño de todas sus estructuras (ramas y hojas, tallo), especialmente las hojas que son los bancos de asimilados de la fotosíntesis para la planta. Es necesario resaltar que las fluctuaciones también, coincide con los períodos de alta pluviosidad (en la zona: meses de abril y noviembre). El índice descendió entre los muestreos de los días 241 a 260, ya que, durante este período, el árbol acumuló materia seca. Al iniciar el día 310, el índice se incrementó de nuevo de manera significativa en los muestreos sucesivos. Este comportamiento refleja el proceso fisiológico que se sucede en la planta trasladando los fotosintetizados producidos para suplir los requerimientos de los cojines florales en formación, momento en el cual la planta entró a la etapa reproductiva.

#### Tasa de crecimiento relativo (TCR)

La **Figura 4** presenta el comportamiento promedio de la Tasa de crecimiento relativo en el tiempo, la cual mostró un valor negativo en el muestreo del día 11, con  $-0.02573$  g/día, en parte debido a la fuerte defoliación a que fueron objeto las plantas, la cual coincide con el comportamiento de la tasa de asimilación neta TAN. En el período posterior, la tasa presentó un comportamiento oscilatorio y, con el transcurso del tiempo, entró a un proceso de recuperación. El día 218 se presentó el máximo valor con  $0.0078093$  g/día, debido a que la producción de fotoasimilados, en ese momento, fue aprovechada para la producción de material vegetal con énfasis en las hojas.

encargadas de la síntesis de los nutrientes para la planta, pues estaba pronta a entrar al período reproductivo.

Posteriormente descendió entre los días 241 a 260, y, en los siguientes muestreos aumentó progresivamente hasta el día 352.

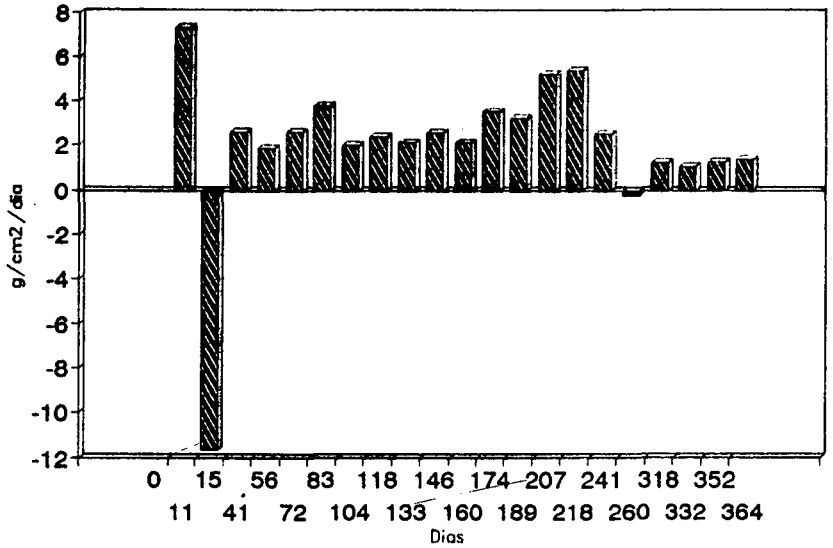
Si se comparan las variaciones observadas en la TCR con los valores registrados en la TAN, se encuentra que el comportamiento de las dos fue muy homogéneo. Debido a que, tanto la TAN como la TCR, son dependientes de la fotosíntesis y de la respiración, de las condiciones ambientales, del tamaño de las hojas y de la arquitectura de la planta (Gardner, Pearce y Mitchell, 1984).

#### Tasa de crecimiento del cultivo (TCC)

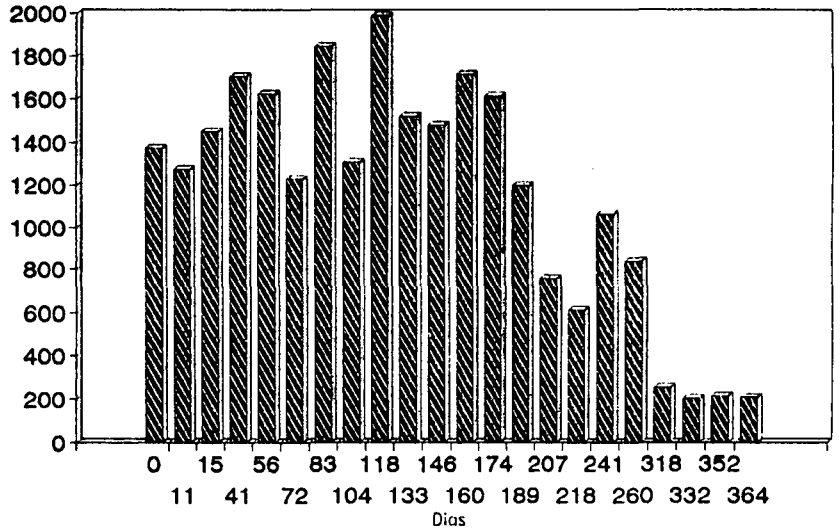
La **Figura 5** de la tasa de crecimiento del cultivo presenta la productividad total de materia seca de la comunidad de plantas por unidad de área de terreno (Leopold y Kriedemann, 1973). En los primeros registros se presentó un valor negativo, seguido de un comportamiento prácticamente constante hasta el final del período vegetativo del árbol. El valor negativo de  $-11,6508$  g/cm<sup>2</sup>/día se explica en el hecho de que, durante.

éste período, sufrieron una fuerte defoliación por el ataque de hormiga arriera (*Atta sp.*), lo cual ocasionó que la velocidad de producción de materia seca fue inferior al proceso de defoliación, no de otra manera se podría explicar el valor negativo del índice en un árbol en pleno desarrollo.

**Figura 5.** Comportamiento de la TCC en el Maraco, de siembra a primera floración.



**Figura 6.** Comportamiento de la IAF en el Maraco, de siembra a primera floración.



En el resto del ensayo no se presentaron cambios significativos de la tasa, lo que indica que la capacidad de acumulación de materia seca de la comunidad de plantas fue casi constante, aunque se deben destacar los incrementos registrados a los 207 y 218 días con valores de 5,2401 y 5,3977 g/cm<sup>2</sup>/día respectivamente. Estos coincidieron con el momento donde se dio la máxima expansión de área foliar y por consiguiente máxima acumulación de materia seca. Sin embargo, esta respuesta puede verse influenciada por la pobre fertilidad de los suelos de la región, así como a la baja intensidad

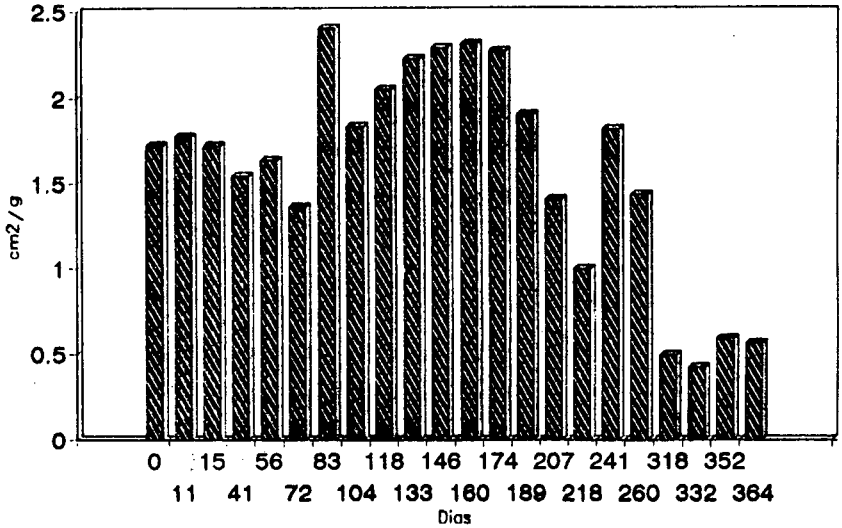
lumínica y a la posición vertical en que permanecieron las hojas durante todo este período.

#### Índice de área foliar (IAF)

La **Figura 6** del índice de área foliar muestra la capacidad fotosintética del cultivo y, además, establece la relación que existe entre el área foliar y la superficie de terreno que ocupa a través del tiempo.

El máximo valor presentado para éste índice es de 1988,98 a los 118 días, seguido de un comportamiento irregular con tendencia a disminuir y es así

**Figura 7.** Comportamiento de la RAF en el Maraco, de siembra a primera floración.



como el último valor que se registró fue de 208,15. Al analizar las variaciones del índice, se observó que, a través del tiempo, fue mayor el área de suelo ocupada por la planta que la producción de área foliar. Los valores del índice

se presentaron en los primeros estados de desarrollo del árbol, en donde, inicialmente, la producción de hojas se presentó a lo largo del tallo y su tamaño se incrementó progresivamente hasta llegar a su máximo, cuando comenzó la formación de ramas primarias.

A partir de este momento las hojas tuvieron un crecimiento constante, en forma tal que el área de suelo ocupada por el árbol aumentó de manera progresiva, ya que el crecimiento de éste se presentó en forma horizontal.

**Relación del área foliar (RAF)**

La Figura 7 de relación del área foliar presenta la variación de la superficie fotosintética en función de la materia seca total a través del tiempo.

En los muestreos, se observó un descenso del índice hasta el día 72, con un valor de 1,3589 cm²/g., posteriormente, se incrementó de manera sensible desde el día 83, con 2,396 cm²/g y se mantuvo en un rango constante hasta el día 241 con 1,811 cm²/g, para, luego, descender hasta el día 318 con 0,485 cm²/g, y, posteriormente tuvo, un ligero ascenso hasta el día 352 con 0,586 cm²/g el cual fue mucho menor que el primer ascenso. Se observó que el descenso del índice en los primeros 72 días

se obtuvo cuando el árbol produjo un mayor número de hojas, aunque no de gran tamaño, esto explica como se presentó la mayor acumulación de materia seca con la menor área foliar.

Posteriormente, el índice se incrementó, ya que las hojas crecieron considerablemente, pero disminuyeron en número y mantuvieron una posición vertical que no permitió el máximo aprovechamiento de la luz solar. Esto hace que la acumulación de materia seca no fuera tan significativa.

El descenso presentado entre los días 241 a 318 se explica por el hecho de que, posteriormente, las hojas tuvieron un crecimiento constante, pero la producción de materia seca se incrementó ya que las ramas primarias, secundarias y terciarias estaban formadas. El incremento que se presentó entre los días 332 a 364 pudo ser favorecido por el comienzo del período de lluvias, ya que éste fue el momento en el cual el árbol inició el desarrollo de sus ramas.

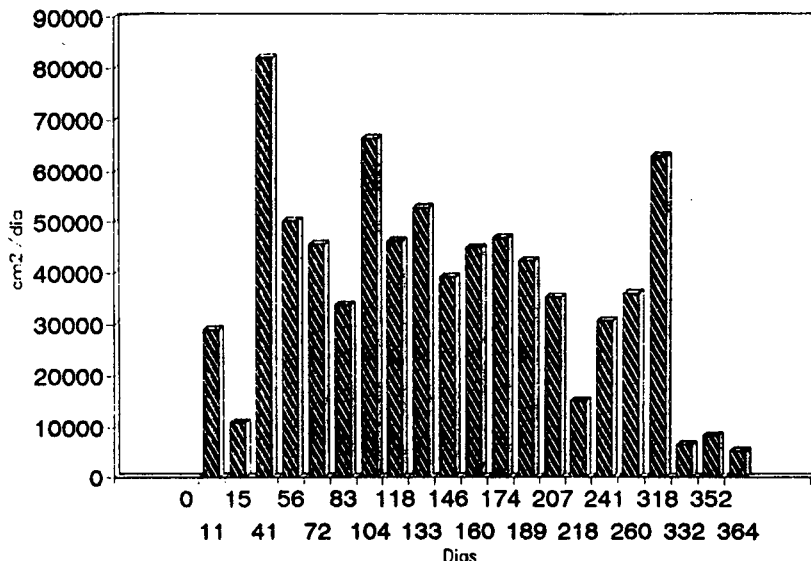
**Duración del área foliar (DAF)**

La Figura 8 de duración del área foliar describe la extensión y duración de las hojas como órgano interceptor de la luz (Evans, 1972; Hunt, 1978).

Se registraron dos valores máximos, uno, a los 41 días, con 82168,83 cm²/día y el otro, a los 318 días, con 62946,87 cm²/día. Estos correspondieron a los períodos donde el área foliar fue de mayor magnitud y persistencia. El primer valor máximo correspondió al momento en el cual la planta esta-



**Figura 8.** Comportamiento de la DAF en el Maraco, de siembra a primera floración.



ba en pleno desarrollo vegetativo y las hojas se estaban expandiendo. Sin embargo, el desarrollo en esta etapa se vio afectado, por el ataque de hormiga arriera (*Atta sp.*) y, por ello el índice descendió significativamente y presentó un período donde el árbol se recuperó lentamente. El registro del segundo valor máximo se presentó en el momento en que los árboles comenzaron la formación de ramas y produjeron hojas grandes para acumular la materia seca necesaria y, así alcanzar el equilibrio C/N adecuado, el cual le permitió pasar de la fase vegetativa a la fase reproductiva.

#### LITERATURA CITADA

1. CASAS, A. Análisis de crecimiento vegetativo y caracterización floral del maraco. Informe Técnico. Convenio SINCHI-ICTA de la Universidad Nacional. Santafé de Bogotá p 65. 1995.
2. CASAS A.; M.S. HERNÁNDEZ; O MARTÍNEZ y J.A. GALVIS. Modelos exponenciales y polinomiales para la predicción de medidas de crecimiento en el árbol de maraco (*T. bicolor*) I. Área foliar. COLOMBIA AMAZÓNICA. Vol 8 (1): 221-234. 1995.
3. CLAVIJO, J. Análisis de crecimiento en malezas. Revista COMALFI. Vol XVI (1): 12-16. 1989.
4. EVANS, G. C. The quantitative analysis of plant growth. Studies in ecology. Vol 1. Blackwell Scientific Publication. London. pp 45 - 68. 1972.
5. GARDNER, F; R.B. PEARCE Y R. MITCHELL. Physiology of crop plants. Iowa state University press: AIMES pp 187-208. 1985.
6. HERNÁNDEZ, M.S; A. CASAS; O. MARTÍNEZ; J.A. GALVIS. Modelos exponenciales y polinomiales para la predicción de medidas de crecimiento en el árbol de maraco (*T. bicolor* H.B.K.).II. Peso seco.COLOMBIA AMAZÓNICA (En impresión). 1995.
7. HUNT, R. Plant Growth Analysis. Studies in Biology No. 96. Edward Arnold Publishers, London. 1978.
8. HUNT, R. Plant growth curves: The functional approach to plant growth analysis. University Park Press, Baltimore. 1982.
9. HUNT, R, J. WARREN W. D.W. HANDY. D.G. SWEENEY. Integrated analysis of growth and light interception in winter lettuce. I. Analytical methods and environmental influences. Annals of Botany 54: 743 -757. 1984.
10. LEOPOLD C. A.E. KRIEDEMANN. Plant growth and development 2ed. Mc. Graw Hill. Book Company. New York.p 466. 1973.
11. MONTOYA, R. Análisis del crecimiento y desarrollo vegetativo de la pitaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw). Tesis Maestría. Facultad de

- Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 53-82. 1990.
12. **OROZCO, M.** Análisis de crecimiento y desarrollo de 3 variedades de cebada. Tesis Maestría. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. pp 55-69. 1981.
  13. **RADFORD, P.J.** Growth analysis formulae. Their use and abuse. *Crop Sci* 7: 171 - 175. 1967.
  14. **RADOSEVICH, S.R. Y J. HOLT.** Wood ecology. Implications for vegetative management. Jhon Wiley and Sons. New York. 25 -32 pp.1984.
  15. **SALAZAR, J.N.; G. CORCHUELO.** Factores morfológicos relacionados con la producción en 5 variedades de café (Tesis). Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. pp 40-72. 1988.
  16. **TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZÓNICA TCA.** Propuestas de políticas y estrategias regionales para el aprovechamiento de los recursos fitogenéticos de cultivos alimenticios y frutales amazónicos. FAO. Perú. p50.1994.
  17. **VÉLEZ, G.A.** Los frutales amazónicos cultivados por las comunidades indígenas de la región del Medio Caquetá (Amazonia Colombiana). Colombia Amazónica. Vol 5 (2): 163-193. 1992.