

Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (*Musa* AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery)

Dynamics of Growth and Development of Banana (*Musa* AAA Simmonds cvs. Gran Enano and Valery)

Ana María Martínez Acosta¹ y Daniel Gerardo Cayón Salinas²

Resumen. El estudio se realizó en la zona bananera de Urabá (Colombia); con los cvs. Gran Enano y Valery. A partir de la siembra, cada tres a cuatro hojas emitidas, se muestrearon tres plantas por cv., cada una correspondiente a una repetición. Estas se separaron en sus diferentes órganos y se estimó la materia seca total. Se analizó cada cv. a partir de curvas de crecimiento. La acumulación de materia seca en ambos cvs. se ajustó al modelo típico de la curva sigmoidea del crecimiento vegetal. En la fase exponencial, el cormo fue la principal fuente de asimilados para el desarrollo; mientras que en la fase lineal y de senescencia, el pseudotallo y hojas fueron órganos reservorio; al formarse el racimo, tales reservas fueron enviadas a ese sumidero. En general, a medida que avanzaba el desarrollo, los órganos vegetativos no presentaron pérdidas de materia seca, solo disminución en la tasa de acumulación de asimilados; a diferencia del racimo que desde su emisión mantuvo una tasa elevada, llevando a que al momento de la cosecha el fruto, representara cerca del 50% de la materia seca total de la planta.

Palabras clave: Materia seca, análisis de crecimiento, distribución de fotoasimilados, relación fuente – demanda.

Abstract. This research was conducted in the banana zone on Urabá (Colombia), with cvs. Gran Enano and Valery. Since planting, each three to four leaves sprouted, three plants per variety were sampled, each corresponding to a repetition. These were separated into its different organs and the total dry matter was estimated. Each cv. was analyzed on a growth curve. The dry matter accumulation on both cvs. is adjusted to the typical sigmoid curve of the plant growth. In the exponential phase, the corm was the main source of assimilates for the development; while in the lineal and senescence phase, the pseudo-stem and leaves were the reservoir organs; when the bunch is formed, such reserves were sent to this drain. In general, while the development progressed, the vegetative organs did not show any dry matter lost, only reduction in the assimilates accumulation rate; unlike the bunch that from its emission kept a high rate, leading the fruit to represent, in the harvest season, almost 50% of the total dry matter of the plant.

Key words: Dry matter, growth analysis, photoassimilate, partitioning, source- sink relationship.

El crecimiento y producción del cultivo de banano depende del desarrollo progresivo de las hojas, las cuales deben mantenerse funcionales desde la emisión floral y durante el desarrollo de los frutos. El sistema foliar del banano es la fuente primaria de fotoasimilados y varía considerablemente de tamaño y funcionalidad (Turner, 1998). En la región de Urabá, durante la fase vegetativa, la planta generalmente emite entre 35 y 36 hojas, con una frecuencia de una hoja/semana en época de lluvias y entre 0,4 y 0,6 hoja/semana en condiciones de sequía (Mira *et al.*, 2004). Esta tasa de producción de hojas le permite a la planta reemplazar las hojas que han cumplido su ciclo o que han sido afectadas por enfermedades tales como Sigatoka negra o por daños mecánicos. Tanto así, que en total, la planta puede producir de 30 a 50 o más hojas en el ciclo de cultivo, pero en un mismo tiempo sólo mantiene de 10 a 14 hojas fotosintéticamente activas (Turner *et al.*, 2007). En

la fase reproductiva se culmina la producción de hojas, lo que significa que el desarrollo y llenado de los frutos depende, principalmente, de la actividad de las hojas funcionales presentes con la aparición de la inflorescencia (Belalcázar *et al.*, 1995; Arcila *et al.*, 1995).

La región de Urabá es la zona de Colombia con los mayores volúmenes de exportación de banano, principalmente los cultivares (cvs.) Valery y Gran Enano. Sin embargo, aunque el área de cultivo se ha mantenido, a partir de 1995 la productividad ha decaído afectando así las exportaciones. Entre los factores relacionados con este fenómeno se puede contar con limitaciones nutricionales y edáficas, que asociadas a alteraciones climáticas desencadena desordenes fisiológicos, los cuales no han sido suficientemente investigados para tales cultivares y en especial para la región.

¹ Profesor Auxiliar. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid - Facultad de Ciencias Agrarias. Carrera 48 No. 7-151, Medellín, Colombia. <ammartinez@elpoli.edu.co>

² Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá - Facultad de Agronomía. Carrera 45 No. 26-85, Bogotá, Colombia. <dg cayons@unal.edu.co>

Recibido: Diciembre 2 de 2009; aceptado: Octubre 06 de 2011.

Por lo anterior, se planteó como objetivo estudiar el proceso fisiológico de acumulación y partición de la materia seca entre los diferentes órganos de la planta, para los cvs. Gran Enano y Valery.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El estudio se realizó en la zona bananera de Urabá, municipio de Carepa (Antioquia) ubicada a 30 msnm, precipitación de 2.896 mm año⁻¹, y con una estación seca entre enero y abril, 87% de humedad relativa, temperatura media de 27 °C y brillo solar de 1.700 h·año⁻¹. Estas características climáticas clasifican la zona, donde se estableció el experimento, como bosque húmedo tropical (bh-T) (Henao, 1998).

Establecimiento en campo. El área experimental se sembró con plantas provenientes de meristemos (vitro plantas) de los cvs. Gran Enano y Valery, las cuales habían superado una fase previa de endurecimiento en casa de malla. La siembra se hizo a 2,5 x 2,6 m

en triángulo, para tener una densidad de 1.660 plantas ha⁻¹ en dos parcelas adyacentes, cubriendo un área aproximada de 1.200 m², con características homogéneas de suelo y pendiente. Al momento de la siembra se aplicó a cada planta 80 g de fosfato diamónico (DAP) y 1,5 kg de ABINGRA (producto orgánico con 24% de materia orgánica, 16% de ácidos húmicos, 4% de ácidos fúlvicos, N 2%; P₂O₅ 3%; K₂O 2%; trazas de Ca, S, Mg, B, Cu, Fe y Mn).

Muestreo. El crecimiento y desarrollo de las plantas de banano cvs. Gran Enano y Valery fue estudiado durante un ciclo de cultivo completo. Se realizaron 10 muestreos destructivos; el factor determinante para definirlos fue el número total de hojas emitidas por la planta (Tabla 1). En cada época de muestreo se seleccionaron aleatoriamente en el lote experimental tres plantas por cada cv., teniendo en cuenta un desarrollo homogéneo de las mismas, con competencia completa y que no tuvieran efecto de borde.

Tabla 1. Épocas de muestreo para los cvs. Gran Enano (GE) y Valery (V), asociando la edad de la planta, en días después de siembra (DDS), con el número de hojas emitidas.

Época de muestreo	Edad de la planta (DDS)	cvs.	Hojas emitidas
0	0	GE y V	4 - 5
1	34	GE y V	9 - 10
2	57	GE y V	14 - 15
3	81	GE y V	19 - 20
4	116	GE y V	24 - 25
5	152	GE y V	29 - 30
6	173	GE V	Floración 34 - 35
7	191	GE V	Llenado de racimo Floración
8	220	GE - V	Llenado de racimo
9	235	GE - V	Llenado de racimo
10	255	V	Llenado de racimo

Las plantas se sacaron cuidadosamente del suelo (con pala y barretón), asegurando que los órganos subterráneos: cormo y raíces adheridas, y los órganos en superficie: pseudotallo, hojas, racimo, sufrieran el menor daño. Posteriormente cada planta se separó en sus diferentes órganos, estos se midieron y pesaron; para luego tomar una muestra de cada uno y llevar

a peso seco, para así estimar de forma indirecta su materia seca total. A continuación se presenta el proceso de medición, pesaje y muestreo para cada órgano:

Raíces: se cortaron todas las raíces adheridas al cormo, estas se lavaron con abundante agua, pero

sin presión, eliminando los residuos de suelo e impurezas. Una vez se escurrió la mayor cantidad de agua, se pesaron en fresco y se pusieron en bolsas de papel.

Cormo: se cortó por el punto visible de unión con el pseudotallo, verificando que no presentara raíces ni otro tipo de material vegetal o suelo. Se pesó en fresco el órgano completo, posteriormente se cortó longitudinalmente y de la parte central se tomó una submuestra de aproximadamente 300 g, se guardó en bolsa de papel para su posterior secado.

Pseudotallo: después de separar el cormo del pseudotallo, se midió la altura de éste desde la base de la unión con el cormo hasta la axila de la última hoja. Se midió el diámetro a 1 m del suelo, lo que se realizó sólo a partir del momento en que la planta alcanzó tal altura. Se cortaron todas las hojas presentes en la unión de la base del pecíolo con el pseudotallo. Se tomó el peso fresco total del pseudotallo; en la parte media se hizo un corte transversal y se tomó una submuestra de aproximadamente 300 g y se guardó en bolsa de papel.

Hojas: se contó el número total de hojas presentes por planta muestreada en las tres repeticiones. Se consideró como hoja No. 1, la más joven completamente expandida siguiendo la filotaxia de la planta. Se cortaron todas las hojas del pseudotallo, separando la hoja No. 3. Para determinar el área foliar de cada hoja, se midió el largo de esta desde la base del limbo hasta el ápice y el ancho en su parte media. Se pesaron separadamente: pecíolo, nervadura y limbo de todas las hojas completamente expandidas; el peso de la hoja "candela" (hoja aún en desarrollo y demandante de fotoasimilados) también se incluyó para el cálculo del peso total. De la hoja No. 3, se tomó una sección central de 10 cm de ancho del limbo a ambos lados de la nervadura central, ésta se retiró, se tomó el peso fresco de cada muestra y se guardaron individualmente en bolsas de papel.

Tallo floral: esta medición se hizo a partir de la época de muestreo No. 5 (Tabla 1), cuando se presumía que el meristemo apical de crecimiento ya se había diferenciado. Después de separar cormo y pseudotallo, éste se cortó longitudinalmente en búsqueda del tallo floral. Si estaba presente se midió su longitud y se tomó su peso fresco total; a continuación se sacó una submuestra de 300 g de las porciones basal, central y apical y se puso en bolsa de papel.

Racimo: se cortó el raquis del racimo encima de la primera mano y a ras de la última cicatriz del raquis. Se tomó el peso fresco total del racimo (raquis y frutos), luego se separaron manos, frutos y raquis para contar las manos y frutos y tomar su peso fresco total. Se seleccionaron los dos frutos centrales de las manos 1, 3 y 5, y se tomó su peso fresco individual; se separaron en cáscara y la pulpa, las muestras se guardaron en bolsas de papel. Se tomó el peso fresco total del raquis, se hizo un corte transversal en el centro del mismo y se tomó una submuestra de 300 g y se guardó en bolsas de papel.

Las submuestras de cada órgano se enviaron al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, donde se secaron en un horno de ventilación forzada a 65 °C, hasta llegar a peso seco constante. El peso seco total de cada órgano y la distribución de la materia seca se calcularon con la relación peso fresco/peso seco. Los datos obtenidos se analizaron con el programa estadístico SigmaPlot® (SPSS Inc.); para cada caso, se seleccionó el modelo que presentara el mayor ajuste, determinado por el índice de correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento de la planta. En la Figura 1 se presenta el modelo de acumulación de materia seca total para los cvs. Gran Enano y Valery, promedio de tres plantas por muestreo (las barras verticales denotan la desviación estándar). Se puede observar que se ajustan al modelo clásico de la curva sigmoidea del crecimiento vegetal, considerando que la etapa de desarrollo de la planta determina el patrón de distribución de la materia seca en los diferentes órganos (Turner, 1994, Chaves *et al.*, 2009). Inicia la fase logarítmica (fase vegetativa) de lento crecimiento, seguida de un cambio progresivo en su tasa de velocidad, evidenciado por la pendiente de la curva, y con aumento exponencial del peso seco; la diferenciación marca la terminación de esta fase. Continúa la fase lineal (fase vegetativa-reproductiva), presentándose en la planta crecimiento acelerado y constante, y por ende con estabilidad de la pendiente de la curva, en esta fase se destaca el desarrollo y elongación del tallo floral, y culmina con la emergencia de la inflorescencia (floración). El ciclo del cultivo se completa al iniciar la fase de senescencia (fase reproductiva-productiva), con la floración y posterior desarrollo del racimo; el ritmo de crecimiento de la

planta decreció ya que se movilizaron los asimilados de hojas y pseudotallo (fuentes) al fruto (sumidero). En este estudio, la fase de senescencia quedó

incompleta ya que la fruta se cosechó en madurez fisiológica, y no hubo muestreos posteriores durante la maduración de los frutos.

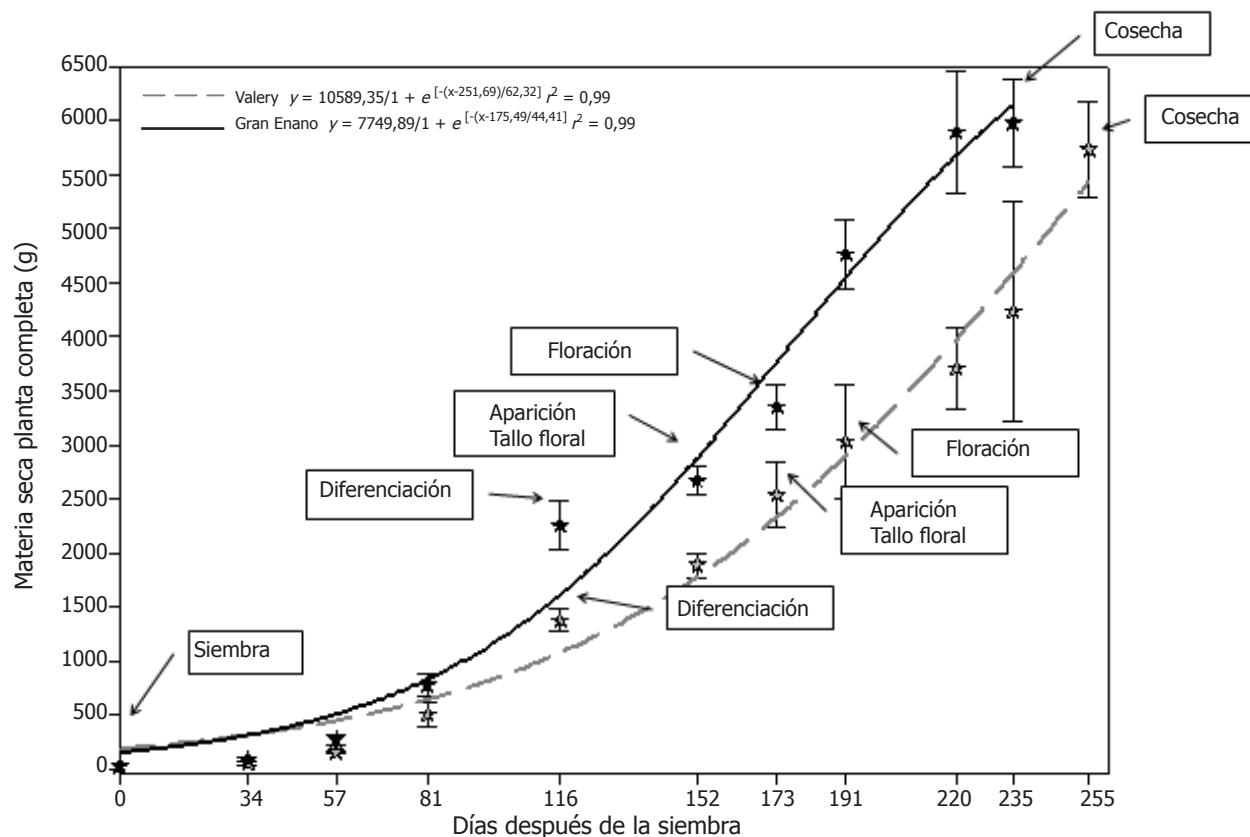


Figura 1. Dinámica del desarrollo y de la acumulación de la materia seca total en plantas de banano cvs. Gran Enano y Valery.

Al analizar independientemente cada cv. se evidencia que estos siguieron el mismo patrón de crecimiento descrito anteriormente. Sin embargo, hubo divergencias en la duración de la fase vegetativa-reproductiva, producto de ésta ocurren diferencias entre cvs.; no obstante, las fases vegetativa y reproductiva-productiva, tuvieron la misma duración. La fase vegetativa ocurrió para los dos cvs. entre 0 y 116 DDS. Mientras que la fase vegetativa-reproductiva en cv. Gran Enano duró 57 d, desarrollada entre 116 y 173 DDS; en el cv. Valery fueron 75 d y se extendió entre 116 y 191 DDS. La fase reproductiva-productiva inició con la emisión de la bacota, es decir el final de la fase vegetativa-reproductiva, que para los dos cvs. ocurrió en periodos diferentes: en el cv. Gran Enano entre 173 y 235 DDS, mientras que en el cv. Valery fue entre 191 y 255 DDS, aproximadamente nueve semanas.

En la Figura 2 se presenta la acumulación de materia seca en cada fase de desarrollo del banano. En promedio durante la fase vegetativa los cvs. estudiados acumularon 1.785 g; no obstante el cv. Valery almacenó 893.1 g menos que el cv. Gran Enano a la diferenciación del meristemo apical (116 DDS). Sin embargo, durante el periodo de la fase vegetativa-reproductiva, el cv. Valery acumuló 559,3 g más de materia seca que el cv. Gran Enano, hasta la emisión de la bacota. El cv. Gran Enano inició su fase reproductiva-productiva a 173 DDS con 3.356 g de materia seca total, mientras que el cv. Valery inició esta fase a 191 DDS cuando tenía acumulados 3.034 g de materia seca. Debido a los 18 d de diferencia de tiempo a floración, el final de la fase reproductiva-productiva (cosecha) en el cv. Valery también se retrasó. No obstante que este cv. iniciara esta última fase con similar contenido de asimilados que el cv.

Gran Enano llevó a que al finalizar el ciclo de cultivo, se obtuviese equivalente cantidad de materia seca total. A pesar de las diferencias antes mencionadas, los dos cvs. necesitaron acumular más de 3.000 g de

materia seca para emitir la bacota, denotando que este parámetro es el "detonante" que existe en la planta de banano para iniciar la floración, al cual se refiere Soto (1992).

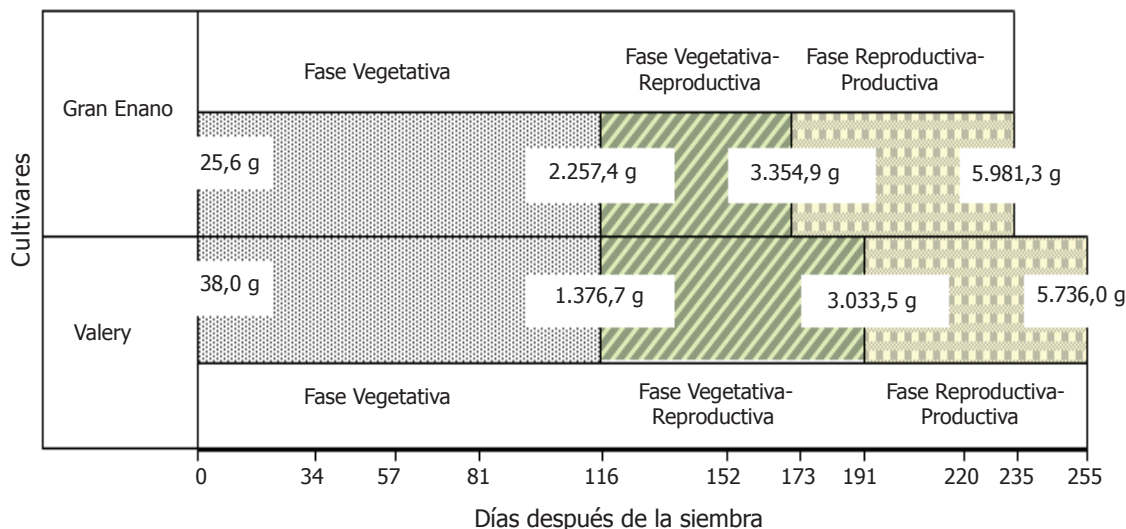


Figura 2. Peso de la materia seca total, al iniciar y finalizar cada una de las fases de desarrollo, de plantas de banano cvs. Gran Enano y Valery.

En la Figura 3 se presentan las curvas de crecimiento del cormo, pseudotallo, hojas y racimo (barras verticales denotan la desviación estándar), las cuales mostraron la típica forma sigmoideal del crecimiento de las plantas.

La fase logarítmica de cormo, pseudotallo, hojas, inició con la siembra hasta 116 d. Siguió la fase lineal, con la diferenciación, donde la pendiente se mantuvo constante, y surgieron las diferencias de duración de la fase entre cultivares; para el cv. Gran Enano fue de 36 d (entre 116 y 152 DDS), mientras que en el cv. Valery duró 57 d (entre 116 y 173 DDS). Finalmente la fase de senescencia se extendió, en promedio, para ambos cvs. por 63 d, en el cv. Gran Enano ocurrió desde 173 a 235 DDS, y en el cv. Valery desde 191 a 255 DDS.

Cuando el racimo emergió apicalmente se convirtió en el principal sumidero de la planta, permitiendo que ésta expresara su potencial productivo, debido a la movilización de los asimilados desde el cormo, hojas y pseudotallo hacia el fruto (Turner, 1980; Jullien *et al.*, 2001; Chaves *et al.*, 2009), no obstante se mantuvieron diferencias en la acumulación de asimilados entre cvs. El cv. Valery desde su formación

al interior de la planta (173 DDS), mostró un lento crecimiento, el cual se mantuvo aun después de la emisión de la bacota (191 DDS) puesto que se encontraba en plena expansión celular (Mohan Ram *et al.*, 1962), llevando a que en los últimos 35 del desarrollo del fruto (220-255 DDS) la tasa en la acumulación de materia seca se acelerara. Por otra parte en el cv. Gran Enano, el racimo que se formó a los 152 DDS, mantuvo un lento crecimiento inicial, tal como en el cv. Valery; sin embargo, en los 62 d de llenado del fruto, periodo entre la emisión de la bacota (173 DDS) hasta la cosecha (235 DDS), la acumulación de materia seca se mantuvo constante.

En los dos cvs. la fase de senescencia no se completó debido a que la cosecha del racimo se realizó cuando tenía nueve semanas de desarrollo, época en que iniciaría la maduración de los frutos.

Crecimiento del cormo. Al igual que la curva de crecimiento de la planta completa en los dos cvs, la acumulación de materia seca en el cormo, mostró una tendencia sigmoidea (Figura 4 A). Cabe resaltar que durante todo el ciclo de crecimiento en el cv. Gran Enano la acumulación de materia seca fue superior que en el cv. Valery.

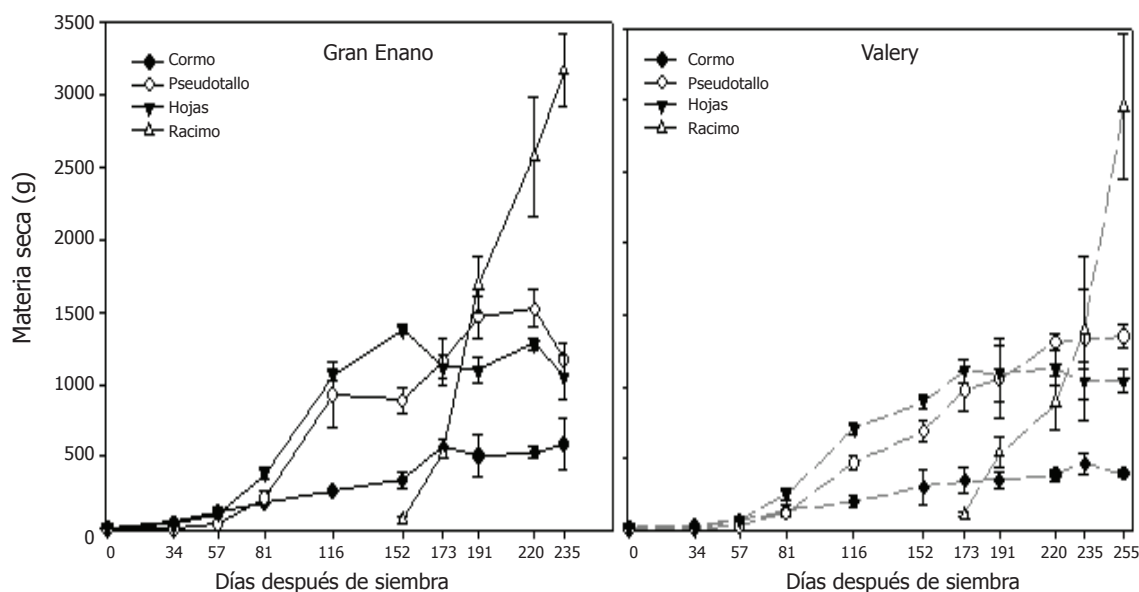


Figura 3. Acumulación y distribución de la materia seca, de cada órgano en plantas de banano de los cvs. Gran Enano y Valery.

Crecimiento del pseudotallo. El crecimiento del pseudotallo en los cvs. Gran Enano y Valery presentó las tres fases de una típica curva sigmoide del crecimiento (Figura 4 B), manteniéndose la condición de mayor acumulación de la materia seca en el cv. Gran Enano. En tanto que en el cv. Valery al inicio de la fase vegetativa-reproductiva (116 DDS) tuvo en el pseudotallo un peso promedio acumulado de 468 g; el cv. Gran Enano, en el mismo periodo, almacenó 930 g. Sin embargo, al terminar la fase reproductiva-productiva (255 DDS) el cv. Valery continuó incrementando reservas de materia seca.

Crecimiento de las hojas. El crecimiento de las hojas también siguió el modelo sigmoide típico de las plantas (Figura 4 C), siendo lento en la fase logarítmica hasta 116 DDS, presentando después de la diferenciación foliar un cambio en la pendiente, siendo más drástico en el cv. Gran Enano que en el cv. Valery. Tal variación en la curva de acumulación de materia seca, fue generada por el cambio de la condición vegetativa del meristemo apical a condición reproductiva; ya que en este momento la planta ya ha formado todas las hojas, pero solamente ha emitido la mitad, y a medida que éstas emergen actúan solamente como fuente de asimilados (Turner, 1972; Soto, 2001). Con la diferenciación reproductiva del meristemo apical se dio inicio a la fase lineal, la cual terminó a los 152 DDS en el cv. Gran Enano y a

los 173 DDS en el cv. Valery, momento en el cual las hojas presentaron la mayor acumulación de materia seca, debido a que alcanzaron su máxima expansión, por tanto se constituyeron en la principal fuente de asimilados para la planta (Marschner, 2003). Con la emisión de la bacota, empezó una fase asintótica (Soto, 2001), dado que las últimas hojas funcionales emitidas entran en senescencia sin posibilidad de reemplazo, y tal como ocurre en plátano, la materia seca deja de aumentar (Chaves *et al.*, 2009).

Crecimiento del racimo. En la Figura 4D se presentan las curvas de acumulación de materia seca durante la formación del racimo de los cvs. Gran Enano y de Valery, los cuales exhibieron respectivamente, un modelo sigmoide y exponencial. El desarrollo del racimo se inició con la diferenciación floral del meristemo apical, con una fase logarítmica corta y estrecha, terminando con la emisión de la bacota, en el cv. Valery esta fase fue de 75 días (entre 116 y 191 DDS), mientras que en el cv. Gran Enano fue de 57 días (entre 116 y 173 DDS). El inicio de la fase lineal, donde el cambio en la pendiente fue mínimo, estuvo determinado por la acumulación de materia seca. La pendiente de la curva en el cv. Valery mostró incremento lento entre 116 y 220 DDS, con posterior aumento rápido hasta la cosecha (255 DDS). Mientras que en el cv. Gran Enano el crecimiento del racimo en fue lento entre 116 y 152 DDS, y más acelerado y

progresivo entre 173 y 220 DDS, hasta el momento de la cosecha (235 DDS).

Al respecto, Eckstein *et al.* (1995) afirman que durante la fase reproductiva-productiva el racimo se convierte en el principal vertedero de foto asimilados y nutrientes. Lo anterior se explica porque durante la primera semana después de la emisión de la bacota, en el fruto se dan amplios procesos de división celular, llevando a una lenta acumulación de pulpa. Después de la segunda semana se presenta un estancamiento en el crecimiento, debido a la transición entre la división y especialización celular, aunque siga en aumento el número de células en la pulpa. A partir de la octava

semana se da una rápida acumulación de almidón, para alcanzar madurez fisiológica en la novena; por tanto en las semanas siguientes el racimo continua incrementando su peso (Jullien *et al.*, 2001; Soto, 2001).

El crecimiento del racimo en banano está condicionado por la formación de la inflorescencia en la parte distal del tallo floral y posteriormente por el desarrollo del fruto. En este crecimiento, entre antesis y madurez, los factores genéticos de la planta son determinantes ya que el componente varietal tiene una gran influencia sobre la velocidad de crecimiento, el tamaño final y la forma del fruto (Salisbury y Ross, 2000; Azcón y Talón, 2001).

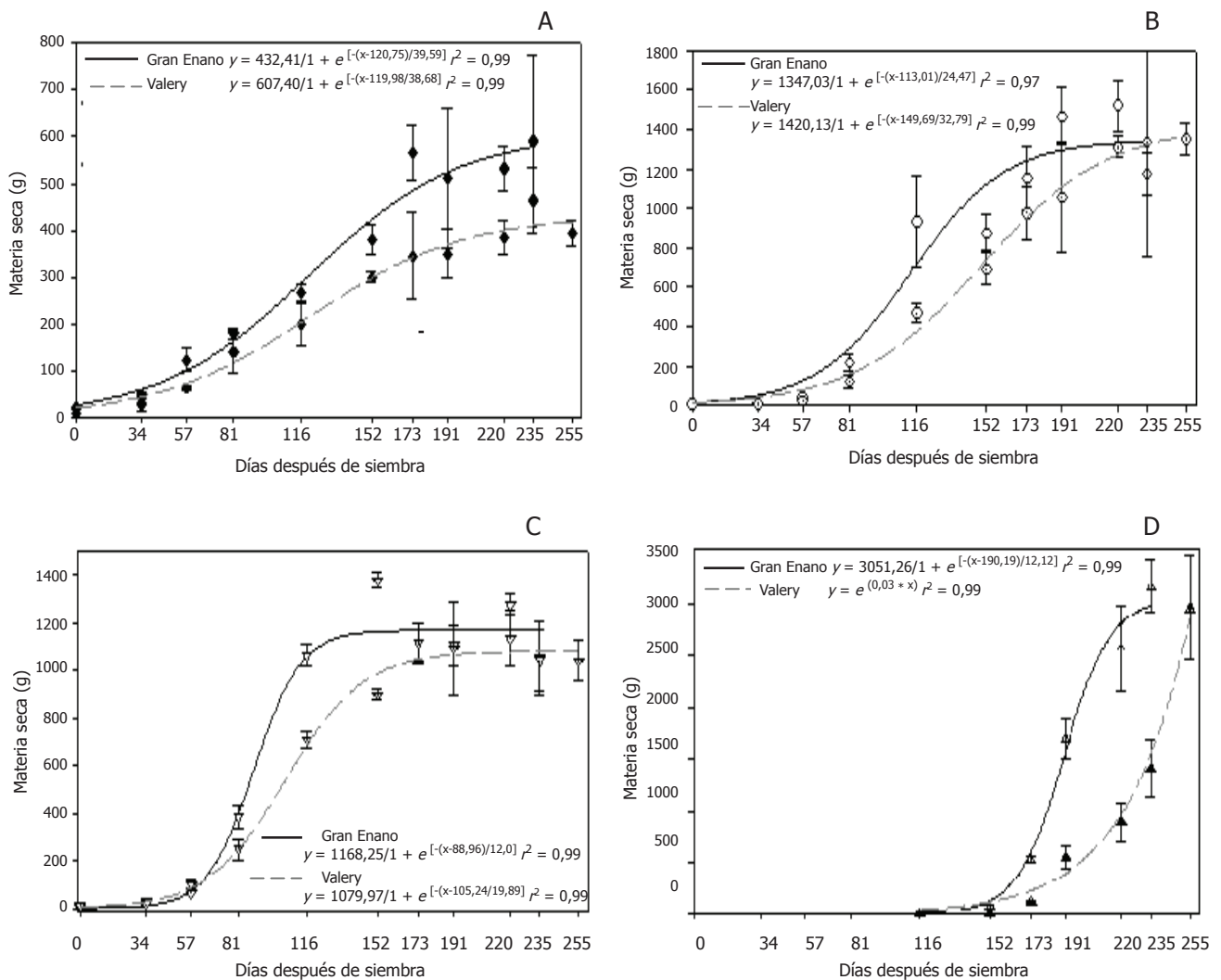


Figura 4. Dinámica de la acumulación de la materia seca en el cormo (A), pseudotallo (B), hojas (C) y racimo (D) de plantas de banano cvs. Gran Enano y Valery.

Partición de la materia seca. La distribución de la materia seca en el cormo, pseudotallo y frutos varía ampliamente entre clones de musáceas y ejerce una gran influencia sobre el peso del racimo cosechado (Turner 1972, Eckstein *et al.*, 1995, Robinson 1996, Turner *et al.*, 2007, Chaves *et al.*, 2009), existiendo una correlación positiva entre el peso fresco del cormo y el peso fresco del racimo (Blomme *et al.*, 2003). El proceso fisiológico de distribución de la materia seca en los cvs. Gran Enano y Valery se presenta en la Figura 5.

En términos generales, se evidencia que durante la fase vegetativa, el cormo fue la principal fuente de reservas en el desarrollo de toda las plantas de banano, tal como sucede en plátano (Chaves *et al.*, 2009),

con una disminución gradual en el porcentaje de asimilados con respecto al total de la planta a medida que se incrementaba en el pseudotallo y las hojas, convirtiéndose estos últimos en vertedero; mostrando una reducción progresiva de las reservas del cormo y una tasa de acumulación de materia seca más baja con respecto a los demás órganos. Posteriormente, durante las fases vegetativa-reproductiva y reproductiva-productiva, el pseudotallo y las hojas fueron los mayores órganos de reserva (Turner, 1972; Chaves *et al.*, 2009), contribuyendo con mayor proporción de asimilados para el llenado del racimo en formación; por ende las hojas fueron las principales responsables de la mayor asignación de asimilados entre la siembra y la diferenciación floral.

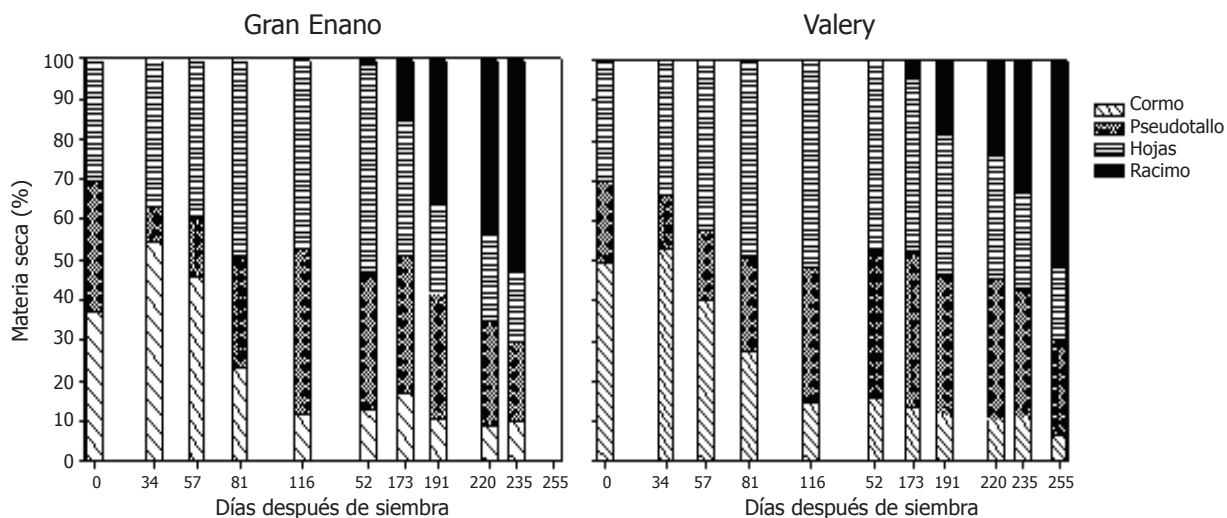


Figura 5. Dinámica de la distribución de la materia seca de los órganos en plantas de banano cvs. Gran Enano y Valery.

Es notorio como el cormo y el pseudotallo sirven como depósitos de fotoasimilados y de reservas amiláceas e hídricas hasta la floración, cuando la planta comienza a transferir grandes cantidades de esas reservas a los frutos en formación, lo cual coincide con la disminución notoria de la materia seca que experimentan estos órganos entre la floración y la cosecha (Stover, 1985; Soto, 1992). Antes de la floración, la planta se direcciona la mitad o más de su materia seca hacia las hojas dando origen a un pseudotallo fuerte, capaz de soportar un gran racimo (Kurien *et al.*, 2000; Soto, 2001). Para construir esta masiva estructura, la planta produce materia seca a una de las mayores tasas que se conocen entre los cultivos perennes tropicales (Belalcázar, 1991; Cayón, 2004).

A la siembra del cv. Valery, el cormo tenía el 50% de la materia seca, el pseudotallo el 20% y las hojas el 30%; mientras que en el cv. Gran Enano las proporciones entre órganos eran equitativas, así: cormo 38%, pseudotallo el 32% y hojas el 30%; sin embargo, después de que la planta del cv. Gran Enano emitió cuatro hojas las relaciones se alteraron, incrementando hasta el 54% la participación del cormo respecto al peso total de la planta.

A la diferenciación del meristemo, el porcentaje en el cormo en el cv. Valery se redujo a 14,5%, mientras que en el pseudotallo se mantuvo en 34% y en las hojas aumentó hasta 51,5%. Situación similar ocurrió en el cv. Gran Enano, en el cual decayó la participación del cormo a 12% e incrementó en pseudotallo y hojas a 41% y

47%, respectivamente. Lo anterior concuerda con lo encontrado por Eckstein *et al.* (1995) en el cv. Williams, que para el mismo periodo las hojas representaron el 44% de la materia seca total de la planta. Después de la floración, a medida que aumentaba el peso del racimo, disminuía gradualmente el porcentaje del peso de los órganos vegetativos, llevando a que en la cosecha estas proporciones se redujeran. En el caso del cv. Valery disminuyó la proporción del cormo a 6,8%, del pseudotallo a 23,5%, y de las hojas a 18,1%; y en el cv. Gran Enano el cormo a 9,9%, el pseudotallo a 19,7%, y las hojas a 17,6%. Este cambio en las proporciones, se dan como consecuencia de la translocación de los asimilados de reserva hacia el racimo como principal sumidero de la planta. Llevando a que en la cosecha, el racimo de los cvs. Valery y Gran Enano tuviese más del 50% de la materia seca total, esto como producto de la removilización de asimilados desde el cormo, pseudotallo y hojas; tal como ocurre también en plátano (*Musa AAB*), en el cual el racimo a la cosecha representa el 45,3 % del total del peso de la planta (Chaves *et al.*, 2009).

CONCLUSIONES

Los cvs. Gran Enano y Valery, se ajustan a la típica curva sigmoidal del crecimiento, con una distribución y acumulación diferencial de asimilados entre los órganos.

El cv. Gran Enano acumula, hasta la diferenciación del meristemo, una mayor cantidad de materia seca que el cv. Valery; sin embargo, al iniciar floración la concentración de asimilados es similar en los dos cvs., permitiendo que a cosecha la materia seca de la planta total y en especial la del racimo también sea equivalente. No obstante el cv. Valery requirió más tiempo para almacenar tal cantidad de asimilados, denotando precocidad en el cv. Gran Enano.

BIBLIOGRAFÍA

Arcila, M.I., S. Belálcazar, J.A. Valencia, y G. Cayón. 1995. Influencia del número de hojas en postfloración sobre el llenado de los frutos del clon de plátano Dominico Hartón (*Musa AAB Simmonds*). pp 90-93. En: Mejoramiento de la producción de plátano. Segundo Informe Técnico 1984-1994. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Armenia, Colombia. 256 p.

Azcón, J. y M. Talón. 2001. Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGraw-Hill-Interamericana, España. 522 p.

Belalcázar, S. 1991. El cultivo del plátano (*Musa AAB Simmonds*) en el trópico. Manual de Asistencia Técnica No. 50. ICA; Comité de Cafeteros de Colombia, CIID, INIBAP, Colombia. 376 p.

Belalcázar, S., J.A. Valencia, M.I. Arcila y G. Cayón. 1995. Efecto de la defoliación selectiva durante la floración sobre el llenado de los frutos del clon dominico Hartón (*Musa AAB Simmonds*). pp 104-111. En: Mejoramiento de la producción de plátano. Segundo Informe Técnico 1984-1994. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Armenia, Colombia. 256 p.

Blomme, G., A. Tenkouano and R. Swennen. 2003. Relation les caractéristiques de croissance et le poids des régimes chez le bananier plantain (*Musa spp. AAB*). *Musafrica* 1(1): 3-5.

Cayón, G. 2004. Ecofisiología y productividad del plátano (*Musa AAB Simmonds*). pp. 172-183. En: Memorias. XVI Reunión de la Asociación para la Cooperación en Investigaciones de Banano en el Caribe y en América Tropical. ACORBAT, Oaxaca, México.

Chaves B., G. Cayón and J. Jone. 2009. Modeling plantain (*Musa AAB Simmonds*) potential yield. *Agronomía Colombiana* 27(3): 359-366.

Eckstein K., J.C. Robinson and J. Davie. 1995. Physiological responses of banana (*Musa AAA, Cavendish sub-group*) in the subtropics. III. Gas exchanges, growth analysis and source-sink interaction over a complete crop cycle. *Journal of Horticultural Science* 70(1): 169-180.

Henao, A. 1998. Guía práctica para el cultivo del banano en Urabá. UNIBAN, Medellín, Colombia. 49 p.

Jullien, A., N. Munier-Jolain, E. Malézieux, M. Chillet, and B. Ney. 2001. Effect of pulp cell number and assimilate availability on dry matter accumulation rate in banana fruit (*Musa sp. AAA group 'Grande Naine'* Cavendish sub-group). *Annals of Botany* 88(2): 321-330.

Kurien, S., B.K. Anil, P.K. Rajeevan, V. Bharathan and S. Krishnan. 2000. Phosphorus mobilisation to uneconomic tissues and effects of bunch trimming regimes in banana. *Scientia Horticulturae* 83(1): 25-32.

- Marschner, H. 2003. Mineral nutrition of higher plants. Second edition. Academic Press, London. 889 p.
- Mira, J., A. Díaz y M. Hernández. 2004. Influencia del régimen de lluvias sobre la productividad bananera de Urabá. p. 72. En: Memorias. XXXIV Congreso Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal. COMALFI, Bogotá.
- Mohan Ram, H.Y., M. Ram and F.C. Steward. 1962. Growth and development of the banana 3. A. The origin of the inflorescence and development of the flowers. B. The structure and development of the fruit. *Annals of Botany* 26(4): 657-673.
- Robinson J.C. 1996. Bananas and plantains. CAB International, Wallingford, UK. 238 p.
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 2000. Fisiología de las plantas. Editorial Paraninfo, Madrid. 988 p.
- Soto, M. 1992. Bananos: cultivo y comercialización. Segunda edición. Litografía e Imprenta LIL, San José, Costa Rica. 649 p.
- Soto, M. 2001. Banano: Técnicas de producción. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 544 p.
- Stover, R.H. 1985. Biomass production, partitioning and yield determinants in bananas and plantains. pp. 40-45. In: Memories. La Cooperation Internationale pour une Recherche Efficace sur le Plantain et les Bananes. COMPTE - 3a. Reunion, Abidjan, Côte d'Ivoire, Montpellier, France, 1985.
- Stover, R.H. and N.W. Simmonds. 1987. Bananas. Third edition. Longman Scientific and Technical, New York. 468 p.
- Turner, D.W. 1972. Banana plant growth. Dry matter production, leaf area and growth analysis. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 12(55): 216-224.
- Turner, D.W. 1980. Some factors related to yield components of banana in relation to sampling assess nutrient status. *Fruits* 35: 19-23.
- Turner, D.W. 1994. Bananas and plantains. pp. 37-64. In: Schaffer, B. and P. Andersen (eds.). *Handbook of environmental physiology of fruit crops. Volume II: Sub-tropical and tropical crops.* CRC Press, Boca Ratón, Florida. 293 p.
- Turner, D.W. 1998. Ecophysiology of bananas: the generation and functioning of the leaf canopy. *Acta Horticulturae (ISHS)* 490: 211-222.
- Turner, D.W., J.A Fortescue and D. Thomas. 2007. Environmental physiology of the bananas (*Musa* spp.). *Brazilian Journal of Plant Physiology* 19(4): 463-484.