2. CRECIMIENTO Y DESARROLLO EN BANANO

2.1 INTRODUCION

Todos los días observamos la dinámica en el crecimiento y desarrollo del cultivo del banano, y la variabilidad en crecimiento entre áreas de las fincas y a través de tiempo. Además las diferentes fases de desarrollo que se presentan en el cultivo en un momento dado. A pesar de esto, aún se desconocen conceptos básicos relacionados con el crecimiento, desarrollo y arquitectura de las plantas de banano, que son importantes para la planeación y ejecución de labores, aplicación de fertilizantes y tomar decisiones para tiempos apropiados de cosecha, etc. Por esto, en este capítulo se presentan conceptos sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo del banano que pueden ser utilizados como un marco de referencia para las fincas bananeras.

2.1 GENERALIDADES

El crecimiento se refiere a la acumulación de biomasa y puede ser medido por área foliar, pesos por órganos o total, altura de planta. El término implica cambio cuantitativos que ocurren durante el desarrollo y pueden ser definidos como cambio irreversibles en el tamaño de las células, órganos o la planta entera.

El desarrollo son los procesos por los cuales las plantas, órganos, o células pasan a través de estados identificables durante su ciclo de vida (fenología), hay cambio en función y morfología e incluye procesos de iniciación de órganos (morfogénesis), diferenciación y senescencia (capitulo 1).

La arquitectura de las plantas se logra mediante grupos de células madre en los meristemos apicales de brotes y las raíces. A través de las actividades de los meristemos apicales del tallo, las plantas generan los órganos laterales, incluyendo las hojas y los rebrotes.

El cuerpo de la planta se genera a través de unidades llamadas fitómeros, que es la unidad básica crecimiento y desarrollo. Un fitómero está constituido por un nudo, un entrenudo, una hoja u hojas y un meristemo axilar (brote) (figura 1). Dependiendo de sus posición en el tallo, los fitómeros difieren en tamaño y forma de las hojas, en la longitud de los entrenudos y en la expresión potencial de meristemos axilares (Carles & Fletcher, 2003).

El período de tiempo entre las iniciaciones de dos fitómeros sucesivos se llama plastocrono y entre la emisión foliar de dos hojas sucesivas se llama filocrono.

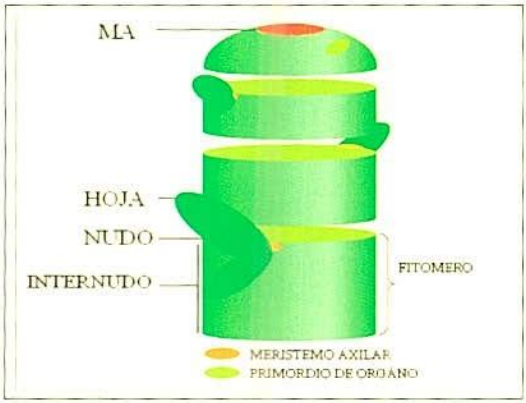

Figura 1. Arquitectura de las plantas Carles & Fletcher, 2003. MA: meristemo apical

Las hojas y los rebrotes no se inician al azar, sino que se desarrollan en patrones muy ordenados en el espacio y el tiempo. La filotaxia es el patrón espacial de las hojas a lo largo del eje central.

2.3 DESARROLLO DE SISTEMA DE ÓRGANOS EN BANANO

2.3.1 Sistema Radical

El sistema radical en banano es fasciculado y fibroso y está conformado por raíces primarias, secundarias, terciarias y los pelos absorbentes. Las raíces principales se forman en el verdadero tallo subterráneo, llamado rizoma o cormo y surgen en grupos de 2 a 4 en el borde interior de la corteza del cormo (figura 2) (Blomme *et al.*, 2003: Araya, 2003).

Las raíces de segundo y tercer orden se originan del protoxilema cerca a la punta de la raíces de primer y segundo orden y se siguen originando tanto como sea la extensión de la raíces de primer y segundo orden.

Figura 2. Vista del sistema de raíces en banano. Raíces primarias, secundarias y absorbentes.

Cada clase de raíz es más delgada que la raíz de la cual se origino y crece más lentamente y es de menor longitud. Las raíces secundarias tienen una duración menor que las raíces primarias. Las primarias pueden ser funcionales entre 4 y 6 meses entre tanto las secundarias pueden ser funcionales de 5 a 8 semanas (Lecompte *et al.*, 2001; Blomme, 2003).

Las raíces son de crecimiento rápido y muy sensibles al déficit o exceso hídrico ya que el 65% de ellas se encuentra en los primeros 30 cm del suelo. Entre el 79 y 88% de las raíces son encontradas en los primeros 45 y 60 cm del perfil del suelo (Araya, 2005; Turner *et al.*, 2007). Hay raíces de banano que pueden penetrar hasta 2 metros y entre el 15 al 20% de las raíces de banano pueden ser de más de 1 metro (figura 3).

Figura 3. Vista de la extensión y volumen del sistema radical en banano.

En lugares de pobre desarrollo, el total del sistema radical se puede encontrar solo hasta los 75 cm de profundidad, mientras en sitios con plantas de regular y buen desarrollo el sistema radical alcanza los 120 cm de profundidad (Araya, 2005).

Durante los primeros meses del crecimiento vegetativo, la producción de raíces es abundante. Muchos retoños con un sistema foliar muy rudimentario y poco funcional llegan a tener un sistema radicular bien desarrollado antes de producir la primera hoja (Soto, 2008).

La emisión de las raíces del retoño es independiente del desarrollo del sistema foliar y más parece cumplir con una necesidad nutricional de la planta madre que del retoño mismo (Soto, 2008).

La emisión de raíces de la planta madre se detiene antes de floración (figura 3). La formación de raíces disminuye desde el momento que se produce la diferenciación floral, aunque continúan desarrollándose aquellas que ya se habían formado en este momento (Soto, 2008; Turner *et al.*, 2007). La longitud de raíz disminuye en un 40% durante el período reproductivo, mientras que el número de raíces disminuye en sólo el 8% lo que indica que las raíces largas son más propensas a deteriorarse.

Factores que limitan el crecimiento y desarrollo de raíces

Las raíces del banano son responsables del anclaje, suministro de agua y nutrientes y producción e intercambio de varias sustancias reguladoras de crecimiento con la parte aérea de la planta como citocininas, ácido abscísico, etileno, giberelinas, auxinas y acido jasmónico y por esto se ha reportado que la pérdida de 10 gramos de raíces funcionales por planta, puede disminuir la productividad entre 60 a 140 cajas por hectárea año dependido de las condiciones agroecológicas del sitio (Serrano, 2003).

Ha sido reconocido que los extremos texturales (arcilla y arena) afectan negativamente la producción a través de limitar la disponibilidad de agua y nutrientes en general y limitar el drenaje interno en suelos arcillosos (Higuita y Sanchez, 2012).

Recientemente se ha tomado en consideración la estructura, resistencia a la penetración de raíces y la densidad aparente del suelo. Las propiedades químicas que comúnmente resultan en deterioro del sistema radical del banano son sodio y aluminio intercambiables, hierro y manganeso solubles en exceso, reacción del suelo (como determinante de la disponibilidad de nutrientes) y elementos tóxicos, bajos contenidos de materia orgánica y alteración de los balances nutricionales (Higuita y Sanchez, 2012).

La degradación biológica, por varias causas, resulta en la alteración de las poblaciones de los microorganismos del suelo con un posible efecto sobre el sistema radical y disminución en la producción (Gauggel *et al.*, 2003).

En áreas con un régimen de intensa pluviosidad, los problemas de drenaje caracterizados por estancamientos de agua superficial y presencia del nivel freático dentro del primer metro de profundidad, son factores que contribuyen a la baja productividad, como efecto de la pérdida de la funcionalidad del sistema radical.

El exceso de agua puede producir asfixia radicular. La planta de banano soporta mejor el déficit hídrico que la asfixia (Turner *et al.*, 2007; Aguilar *et al.*, 2003), esta característica es importante para un adecuado manejo del riego en las plantaciones que cuentan con él y para el manejo del drenaje para evitar el estrés en la planta por asfixia radicular. En condiciones de sequía, el estrés hídrico afecta el desarrollo de las raíces.

2.3.2 Sistema Foliar

Las filotaxia de las hojas de banano se presentan con un ángulo de 156 grados. Las hojas se desarrollan en el interior del seudotallo incrementando el área de la lámina hasta emerger en la punta del seudotallo.

El desarrollo foliar se puede dividir en tres dependiendo de la relación relativa entre el largo y ancho de la hoja (figura 4)

- Etapa juvenil: aparecen hojas estrechas y a medida que avanza el desarrollo estas cada vez son menos estrechas y la relación largo/ancho va disminuyendo. Alrededor de 12 hojas son emitidas durante esta etapa.

- Etapa vegetativa independiente: el largo y ancho del sistema foliar aumenta pero su relación se mantiene estable para una variedad determinada. Alrededor de 12 hojas son emitidas durante esta etapa, inicia desde la aparición de la primera hoja con un ancho superior a 10 cm denominada F10.

- Etapa vegetativa aparente: internamente ya se ha diferenciado el meristemo floral, sin embargo alrededor de 12 hojas aun no han emergido. Durante esta etapa el ancho de las hojas aumenta ligeramente y el largo continúa crecimiento y la relación largo/ancho aumenta regularmente. Cerca a la floración la longitud del limbo foliar disminuye.

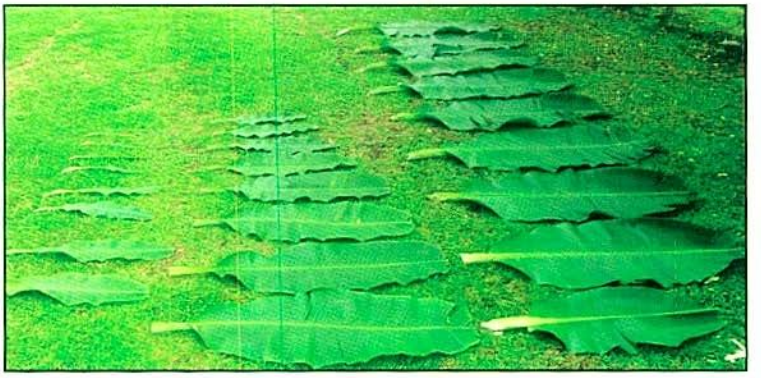

Figura 4. Diferentes fases de desarrollo del sistema foliar en banano.

El número de hojas emitidas desde el inicio de la etapa independiente (F10) hasta la floración es casi constante y esta alrededor de 24 a 25 hojas.

La emisión foliar que es el número de hojas emitidas por semana en la planta de banano, está influenciada por la condiciones climáticas durante el año y por el manejo agronómico de la plantación (Mira *et al.*, 2004).

Se ha encontrado bajo las mismas condiciones agronómicas de cultivo, que en las cultivariedades Giant Cavendish, Williams y Gran Enano un comportamiento similar de los tres materiales con una tasa promedio de emisión foliar es de 0,8 (Figura 5).

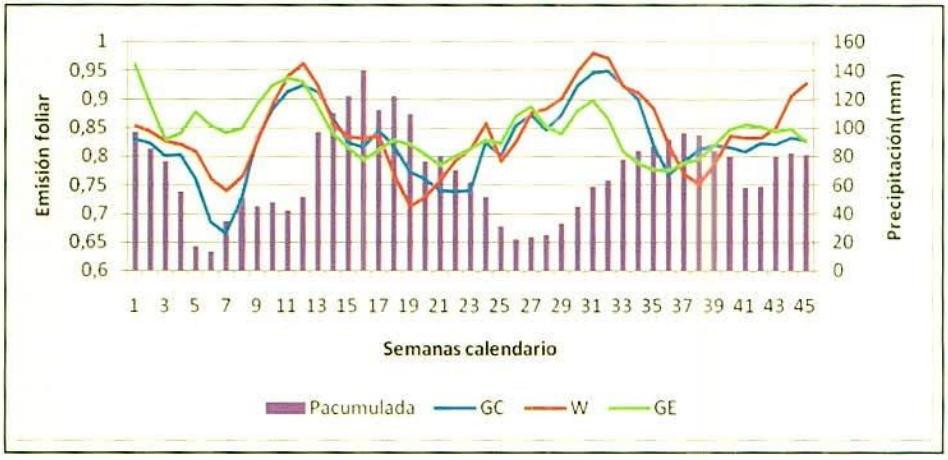

Figura 5. Tasa de Emisión foliar semanal en cultivariedades de banano cavendish y su realción con la presipitación.

La máxima cantidad de área foliar en un planta coincide con la emergencia de la inflorescencia. Después de este momento no se producen nuevas hojas e inicia a declinar el área foliar por la senescencia de las hojas viejas.

Existe influencia nutricional en la duración de vida de una hoja. El potasio y el magnesio son los que tiene mayor efecto en la duración funcional de una hoja, no obstante la deficiencia de Ca, Mg y K también tienen impacto negativo sobre el desarrollo foliar (Soto, 2008 y autores allí citados).

Un mayor número de hojas al momento de la floración se ha encontrado con un aumento en la dosis de B (4-6 kg ha año^{-1}), lo que podría estar relacionado con el papel del B en el normal funcionamiento de los procesos de división celular y emisión de brotes aéreos (Romero, 2008).

Un parámetro importante que mide la capacidad del dosel para interceptar radiación solar y fijar carbón es el índice de área foliar (IAF). El IAF incluye el

área de todas las hojas verdes por planta dividida por el área del suelo ocupada por la planta.

Este parámetro varía con la locación, densidad de plantas, condiciones climáticas y manejo del cultivo. Martínez (2006) encontró un IAF inferior a 2 en el primer ciclo en las cultivariedades Valery y Gran Enano (figura 6), otros autores han encontrado que el rango del IAF en banano oscila entre 2 a 5. En plantaciones de banano con IAF de 4,5 cerca del 90% de la radiación solar es interceptada por el dosel (Turner *et al.*, 2007).

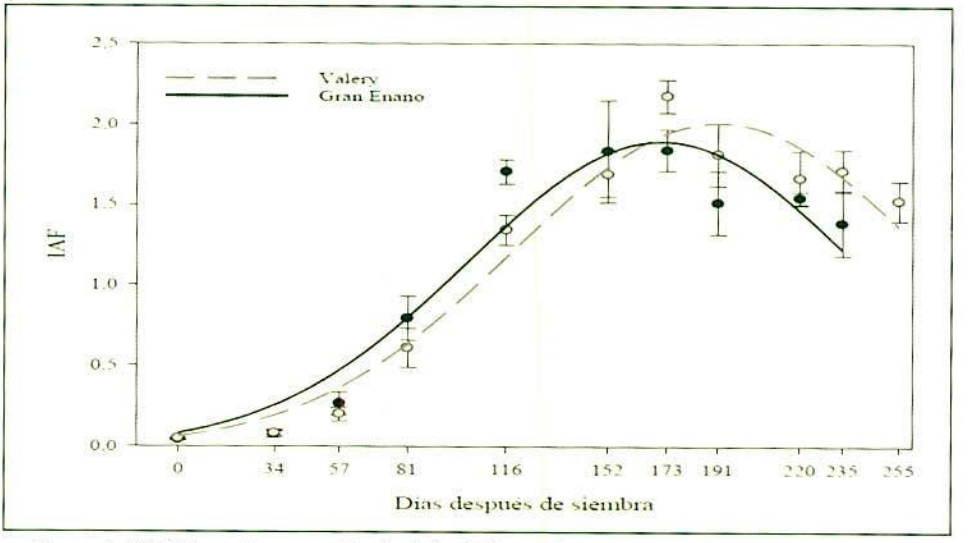

Figura 6. IAF foliar en banano cultivariedades Valery y Gran enano (Martínez, 2006).

2.3.3 Sistema de Soporte y Conducción

El verdadero tallo de la planta de banano es conocido como rizoma tuberoso, los rebrotes (hijos de sucesión) crecen sucesivamente y hay un crecimiento horizontal pequeño antes de que estos rebrotes crezcan hacia arriba, por lo que no puede considerase como un cormo verdadero (Robinson y Galán, 2010). En este documento se utilizara el término rizoma y cormo indistintamente, porque ha sido ampliamente difundido este término el mundo bananero.

El rizoma es un tallo que desarrolla hojas en la parte superior y raíces adventicias en la parte inferior (Figura 7). Sí un rizoma se corta longitudinalmente el meristemo apical se observa en una depresión encerrada entre las bases foliares circundantes. Los entrenudos son muy cortos por lo que el rizoma crece a muy poca altura; sin embargo es grueso y carnoso debido a la gran cantidad de parénquima (Soto, 2008).

BIBLIOTECA AE... DE COLOMBIA

Figura 7. Cormo de banano y vista del meristemo apical en la parte superior del cormo.

La posición y aparición de las yemas, depende de la filotaxia de la planta, el patrón filotaxico es de 2/5 (156°) y por esto mediante el esquema de pentágonos se explica la aparición de los hijos de sucesión en la planta de banano (figura 8 y 9) (De Langhe, 1961).

La frecuencia de aparición entre rebrotes y el intervalo de tiempo entre el primero y el último, son afectados por condiciones de manejo y agroecológicas y pueden conocerse indirectamente si se conocen los datos del filocrono (emisión foliar).

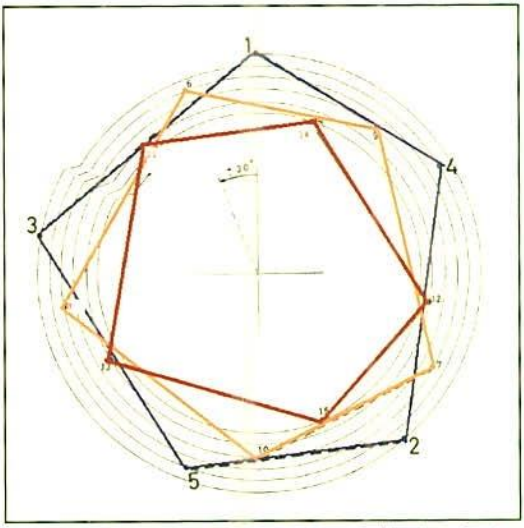

Figura 8. Diagrama de orden de emisión de rebrotes (De Langhe, 1961).

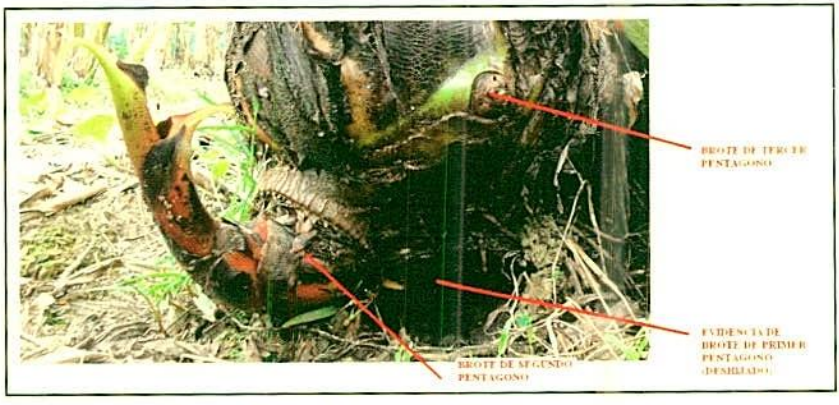

Figura 9. Brotes de banano de diferentes pentágonos.

Crecimiento del sistema de soporte y conducción

Las vainas foliares conforman el seudotallo de la planta de banano y va creciendo en diámetro y longitud con el crecimiento en el centro de nuevas hojas. La longitud del seudotallo y su grosor esta en relación directa con el tipo de clon y con el vigor de la planta. La altura del seudotallo al momento de la floración de su planta madre debe estar entre 1,20 a 1,50 cm, esta adecuada sincronización entre generaciones de una misma unidad productiva se verá reflejado en menor intervalo entre floraciones y por ende en el índice de retorno de la plantación.

La tasa de crecimiento en altura de una misma planta, bajo adecuadas condiciones agroecológicas, es mayor durante la etapa juvenil en comparación con la tasa de crecimiento durante las etapas independiente y vegetativa aparente.

Los estudios de crecimiento en altura y diámetro en banano normalmente se hacen en la fase autónoma de la planta o sea desde F10 hasta floración. El crecimiento en diámetro y la altura del seudotallo en las cultivariedades Giant cavendish, Williams y gran enano durante la etapa independiente y vegetativa aparente se presentan en las figuras 10 a 15.

En suelos de buena fertilidad y con adecuado manejo agronómico la altura puede alcanzar la cultivariedad Giant Cavendish es de 3,50 m, William 3,30 y Gran Enano 3,37, aunque esta ultima cultivariedad es la que presenta mayor variabilidad en la altura.

El crecimiento en promedio semanal que varían entre 7,3 y 7,8 cm de altura y 2,2 a 2,4 cm de diámetro. Estas tasas de crecimiento dependen del sitio de cultivo y están influenciadas por las condiciones ambientales y prácticas agronómicas del cultivo, por lo que es importante determinarlas en cada finca.

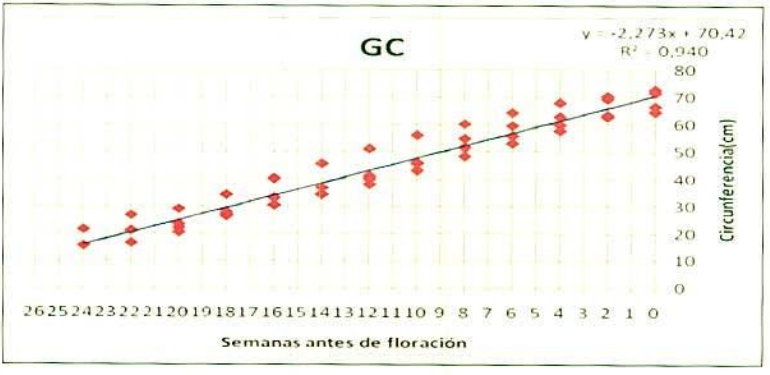

Figura 10. Crecimiento en circunferencia de cultivariedad Giant cavendish hasta floración. Ecuación de regresión lineal indica el crecimiento en diámetro máximo promedio a floración y la tasa de crecimiento semanal.

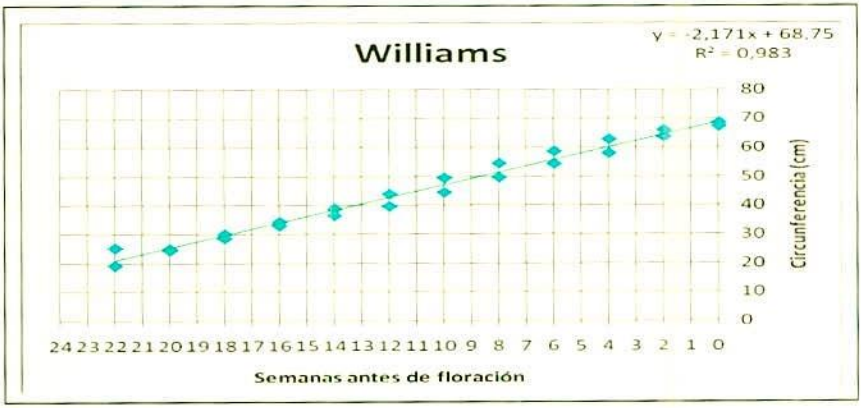

Figura 11. Crecimiento en circunferencia de cultivariedad Williams hasta floración. Ecuación de regresión lineal indica el crecimiento en diámetro máximo promedio a floración y la tasa de crecimiento semanal.

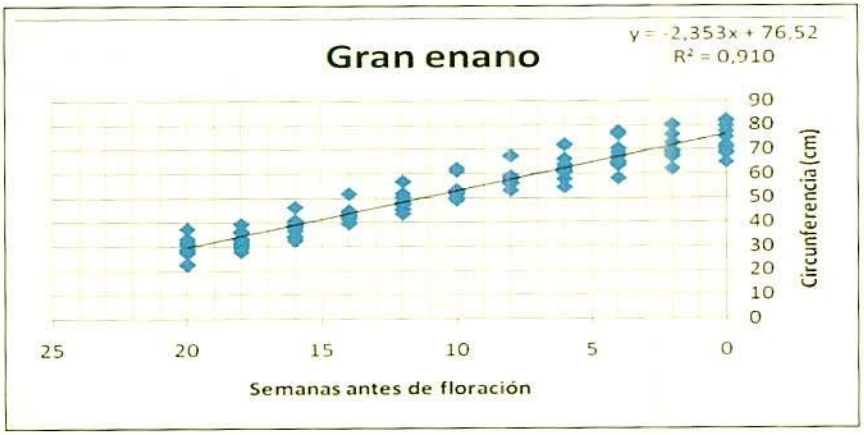

Figura 12. Crecimiento en circunferencia de cultivariedad Gran enano hasta floración Ecuación de regresión lineal indica el crecimiento en diámetro máximo promedio a floración y la tasa de crecimiento semanal.

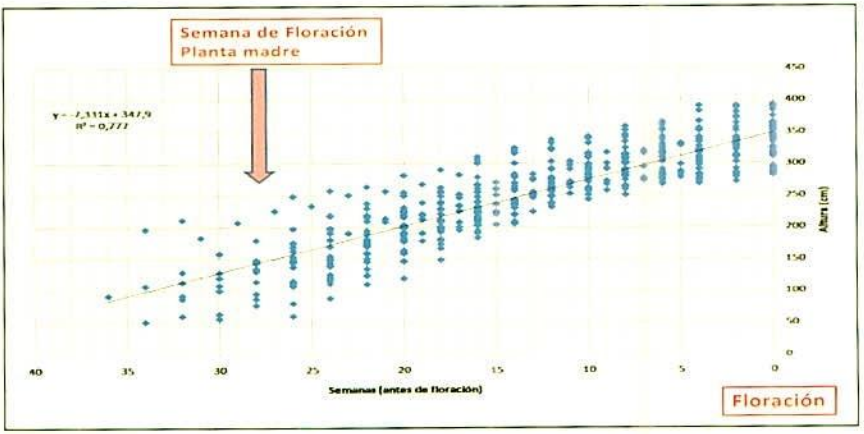

Figura 13. Crecimiento en altura de cultivariedad Giant cavendish hasta floración. Ecuación de regresión lineal indica el crecimiento en altura máximo promedio a floración y la tasa de crecimiento semanal.

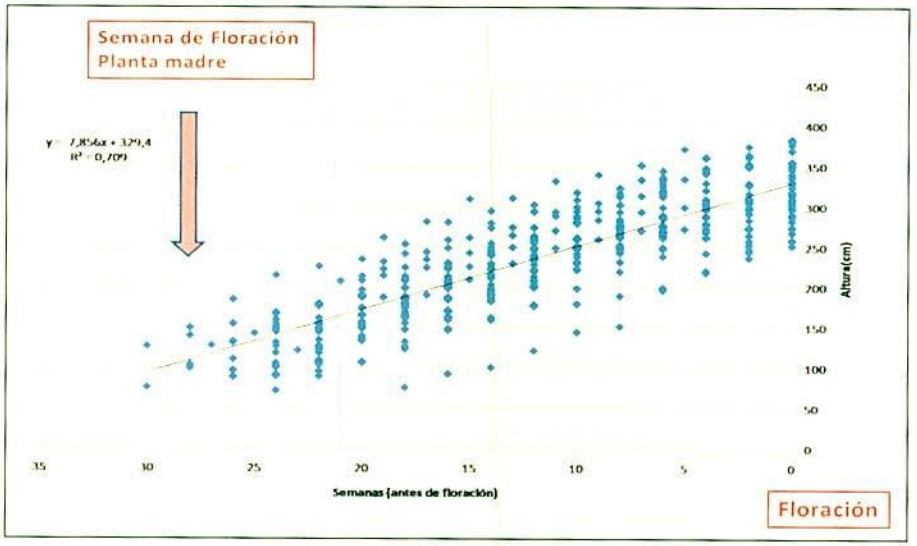

Figura 14. Crecimiento en altura de cultivariedad Williams hasta floración. Ecuación de regresión lineal indica el crecimiento en altura máximo promedio a floración y la tasa de crecimiento semanal.

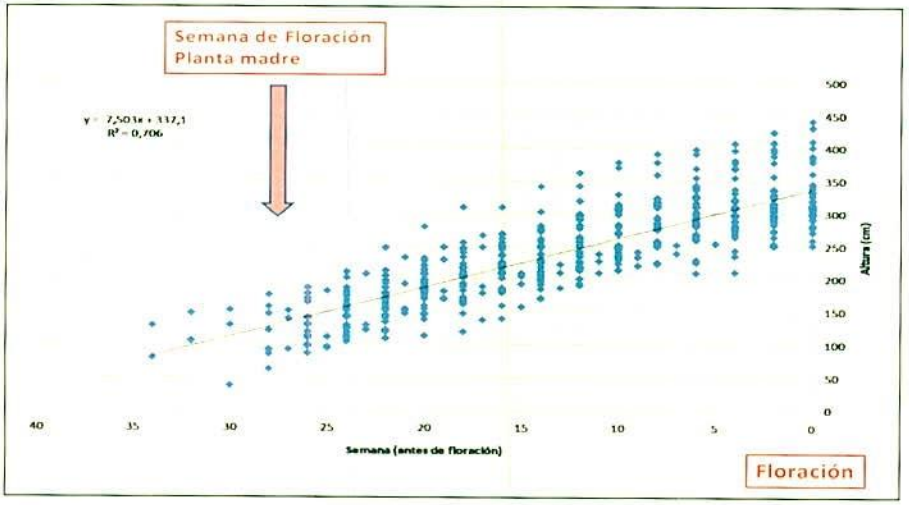

Figura 15. Crecimiento en altura de cultivariedad Gran enano hasta floración. Ecuación de regresión lineal indica el crecimiento en altura máximo promedio a floración y la tasa de crecimiento semanal.

La velocidad de crecimiento durante la fase juvenil, está regulada por el desarrollo de la planta madre, por lo que la tasa de crecimiento de los hijos de mayor edad es menor en comparación a los de segunda corona.

El intervalo de floraciones entre dos generaciones de plantas, es función de la tasa de crecimiento durante la fase autónoma, esta tasa es el reflejo de las condiciones de manejo del cultivo.

La cultivariedad gran enano bajo adecuadas condiciones de manejo presenta adecuadas tasas de crecimiento, no obstante bajo condiciones de exceso o déficit de agua se presenta retrasos en crecimiento y desarrollo y mayores síntomas de estrés.

La medición de tasas de crecimiento en altura y diámetro, son análisis sencillos de realizar en las fincas y que tiene un uso en la toma de decisiones en varias situaciones:

- Altura del la planta a la cual se debe seleccionar el hijo de sucesión, importante para determinar momentos de deshije de las plantaciones.
- Épocas del año oportunos para realizar prácticas de traslado de cosecha.

2.3.4 Desarrollo de los Hijos

Los brotes o retoños (hijos) se desarrollan a partir de las yemas laterales del rizoma. El desarrollo de nuevos hijos parece estar influenciado por la dominancia apical de la planta madre, la edad de esta y el tipo de clon.

El hijo de sucesión después de emitir alrededor de 12 a 13 hojas muy reducidas da origen a una nueva hoja con una lamina superior a 10 cm, esta hoja de denomina F10, desde el punto de vista fenológico, esta hoja sirve para separar la etapa juvenil de la etapa independiente del sistema foliar de las plantas de banano.

Es evidente la influencia del seudotallo de la planta madre cosechada sobre el crecimiento del hijo de sucesión, debido al suministro de reservas y agua desde esta estructura (Rodríguez *et al.*, 2006). Por esto la importancia de una adecuada sincronización entre la planta madre e hija.

Dentro de los aspectos más importantes de la relación entre madre e hijo se puede mencionar:

- Los retoños que mantienen el seudotallo de la planta madre presentan un mayor crecimiento en altura y diámetro del seudotallo debido a la transferencia de nutrimentos desde la planta madre.
- Se presenta un incremento en el peso del racimo, número de manos y ratio a mayor altura de corte del seudotallo de la planta madre.
- La eliminación total del seudotallo al momento de la cosecha genera reducción en el tamaño del puyón y aumento del tiempo hasta floración.

La conexión vascular entre la madre ya cosechada y el hijo, se ha evidenciado a través de inyecciones del herbicida sistémico glifosato dirigido al troncón de la madre recién cosechada, este herbicida se mueve vía xilema y floema dentro de las plantas, al cabo de 2 semanas se encontró efectos sobre la planta hija, explicado porque a través de esta conexión vascular se da el paso de solutos después de que el racimo se ha cosechado (Díaz, 2005).

Diferentes autores han sugerido que los hijos con raíces propias, participan en la nutrición de la planta madre, y que después de la floración es probable que los retoños intervengan en la absorción de nutrientes para la planta madre. El estado de desarrollo del hijo al momento de la floración de la planta madre o sea una buena sincronización entre madre e hijo, es primordial para el desarrollo del mismo.

2.4 ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA EN PLANTAS DE BANANO

La acumulación de materia seca (asimilados del proceso de la fotosíntesis) de estas cultivariedades muestran una curva típica sigmoidal, con un periodo de lento crecimiento durante las primeras semanas, desde la siembra del material proveniente de vivero (figura 16). Posteriormente se presenta un crecimiento acelerado de las plantas que solo disminuye hasta dos semanas antes de la cosecha del racimo y luego una desaceleración en el crecimiento ya que la acumulación de materia disminuye.

En la figura 17 se observa la duración de cada fase en Gran enano y la distribución y dinámica de acumulación de materia seca en cada órgano de la planta de esta cultivariedad, a través de cada fase de crecimiento.

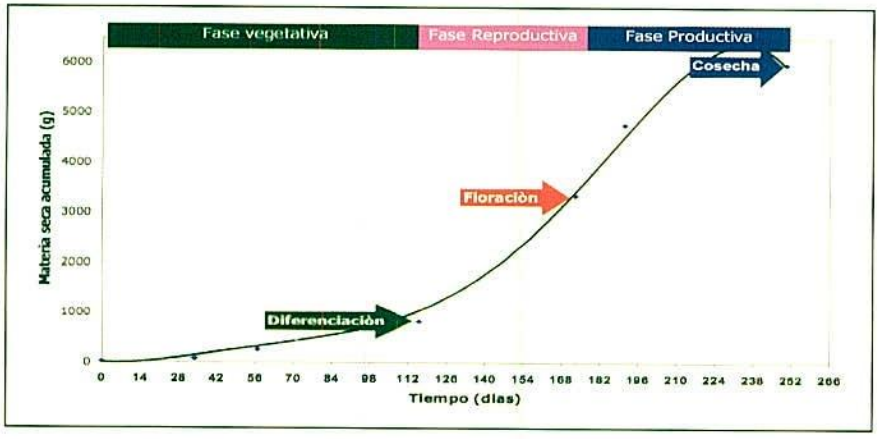

Figura 16. Acumulación de la materia seca total en plantas de banano Valery en la zona de Uraba- Colombia (Adaptado Martínez, 2006).

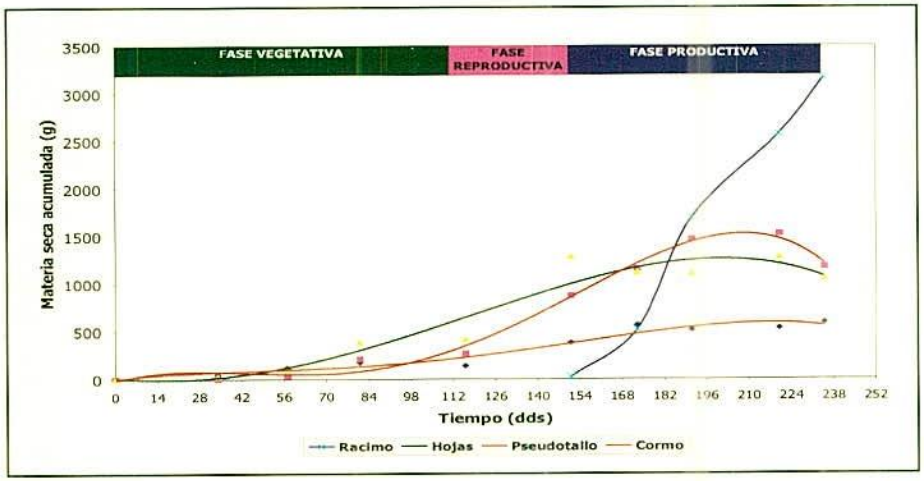

Figura 17. Acumulación de la materia seca de cada órgano en plantas de banano Gran Enano (Adaptado Martínez, 2006).

Los diferentes órganos presentan acumulación de materia seca hasta la floración. En la dinámica de acumulación del rizoma se puede observar que la tendencia después de floración es a mantener la materia seca ya acumulada.

En el caso de las hojas y el seudotallo durante la etapa productiva se aprecia una reducción de la materia seca acumulada, que es explicada porque estos órganos empiezan a translocar los productos elaborados y nutrientes a otros órganos y a los nuevos hijos de sucesión. A partir de la floración se inicia la acumulación acelerada de materia seca en el racimo del banano.

En la tabla 1 se presentan el contenido de minerales en la pulpa de fruta en diferentes sitios de siembra de banano, se observa que existe cierta variabilidad en sus contenidos por efecto del sitio y por efecto de las prácticas de manejo del cultivo.

En la tabla 2, se observan para las condiciones de Urabá el contenido de minerales en la fruta (incluyendo la cáscara), de los elementos mayores el nitrógeno y el fósforo presentan menor variación de su contenido por unidad de materia seca y de los micronutrientes es el zinc quien tiene una menor variación por unidad de materia seca.

Tabla 1.
Contenido de macroelementos y microelementos en frutos de banano (Bugaud *et al.*,2009).

		Macronutrientes				Micro nutrientes		
		Potasio	Magnesio	Fosforo	Calcio	Hierro	Zinc	Manganeso
		gkg^{-1} materia seca de pulpa				$mgkg^{-1}$ materia seca de pulpa		
Sitio	1	13,3	1,16	0,72	0,16	15	12	3
	2	15,9	1,26	0,88	0,19	21	9	5
	3	15,5	1,28	0,96	0,2	19	11	9
	4	13,4	1,23	0,8	0,35	23	9	11
	5	14	1,23	0,84	0,26	17	9	38
	6	15,5	1,46	1,09	0,29	22	10	18
Efecto de sitio		**No significante**	***	**ns**	***	**ns**	**ns**	***

Tabla 2.
Contenido promedio de macroelementos y microelementos en frutos de banano en la región de Urabá

	Macronutrientes						Micro nutrientes				
	Nitrógeno	Fosforo	Azufre	Calcio	Magnesio	Potasio	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	g kg^{-1} materia seca del fruto						mg kg^{-1} materia seca de l fruto				
Promedio	6,6	1,0	0,3	0,7	1,0	22,1	30,4	28,1	3,4	9,6	13,1
Ds	0,6	0,1	0,1	0,2	0,2	5,1	9,9	5,1	0,7	0,7	4,2
CV	8,7%	7,1%	25,9%	23,7%	20,1%	22,9%	32,6%	18,3%	21,1%	7,6%	31,8%

El potasio y el nitrógeno, son los macronutrientes de mayor acumulación en los frutos. El boro y el zinc, son elementos que tienen una importante acumulación en los frutos.

BIBLIOTECA AGRÍCOLA DE COLOMBIA

BIBLIOGRAFIA

Aguilar, E.A. *et al.* 2003. Oxygen distribution and move¬ment, respiration and nutrient loading in banana roots (Musa spp. L.) subjected to aerated and oxygen depleted environments. En: Plant and Soil. Vol. 253, no. 1, p. 91-102.

Araya, M. 2003. Stratification and spatial distribution of the banana (Musa AAA, Cavendish subgroup, cvs 'Valery' and 'Grande naine') root system. En: D.W. Turner and F.E. Rosales (eds.). Banana root system: towards a better understanding for its productive management: Proceedings of an International Symposium held in San José, Costa Rica, 3-5 November 2003. Montpellier: INIBAP. P. 83-103.

Blomme, G., R. Swennen, A. Tenkouano. 2003. Assessment of genotypic variation in the root architecture of Musa spp. under field conditions. En: Infomusa. Vol. 12, no. 1; p. 24–29.

Bugaud, C. et al. 2009. Relative importance of location and period of banana bunch growth in carbohydrate content and mineral composition of fruit. En: Fruits. Vol. 64, no. 2; p. 63–74.

Carles, C. C. y J. C. Fletcher. 2003. Shoot apical meristem maintenance: the art of a dynamic balance. Trends in Plant Science Vol.8, no.8, p. 394-401.

Delvaux, B., G. Rufuikiri y J. Dufey. 2003. Ion absorption and proton extrusion by banana roots. En: D.W. Turner and F.E. Rosales (eds.). Banana root system: towards a better understanding for its productive management: Proceedings of an International Symposium held in San José, Costa Rica, 3-5 November 2003. Montpellier: INIBAP. P 114-121

Díaz, A.C. 2005. Respuestas fisiológicas, productivas y de calidad del banano (Musa AAA cv. Gran enano) a la aplicación de Ca en la zona de Urabá. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 55 p.

Draye, X., F. Lecompte y L. Pages. 2003. Distribution of banana roots in time and space: new tools for an old science. En: D.W. Turner and F.E. Rosales (eds.). Banana root system: towards a better understanding for its productive management: Proceedings of an International Symposium held in San José, Costa Rica, 3-5 November 2003. Montpellier: INIBAP. P. 58-74.

De Langhe, E. 1961. La phyllotaxie du bananier et ses consequences pour la comprehension du système rejetonnant En: Fruits. Vol. 16, no. 9, p. 429-441.

Gauggel, C. A., F. Sierra y G. Arévalo. 2003. The problem of banana root deterioration and its impact on production: Latin America's experience. En: D.W. Turner and F.E. Rosales (eds.). Banana root system: towards a better understanding for its productive management: Proceedings of an International Symposium held in San José, Costa Rica, 3-5 November 2003. Montpellier: INIBAP. P. 13-22

Lecompte, F., L. Pagès y H. Ozier-Lafontaine. 2005. Patterns of variability in the diameter of lateral roots in the banana root system. En: New Phytologist. Vol. 167, no, 3, p. 841–850.

Martínez A., A.M. 2006. Dinámica del crecimiento, desarrollo y distribución de asimilados en el cultivo del banano (Musa AAA Simmonds cv. Valery y cv. Gran Enano) en la zona de Urabá. Trabajo de Maestría en Fisiología de Cultivos. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 108 p.

Mira C., J., A. Díaz. y M. Hernández. 2004. Influencia del régimen de lluvias sobre la productividad bananera de Urabá. En: COMALFI. Memorias XXXIV Congreso Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal. Bogotá. 72 p.

Robinson, C. y V. Galan-Sauco. 2010. Bananas and plantains. 2. ed. (Crop production science in horticulture; no. 19). Wallingford, UK.: CAB International. 311 p.

Rodríguez, C., G. Cayón y J. Mira. 2006. Influencia del seudotallo de la planta madre cosechada sobre el crecimiento y producción del hijo de sucesión en banano (Musa AAA Simmonds). En: Agronomía Colombiana. Vol. 24, no. 2, p. 274-279.

Romero, M. A. 2008. Relación entre la nutrición y el crecimiento y desarrollo del banano (Musa AAA Simmonds). Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 39 p.

Serrano, E. 2003. Relationship between functional root content and banana yield in Costa Rica. En: D.W. Turner and F.E. Rosales (eds.). Banana root system: towards a better understanding for its productive management: Proceedings of an International Symposium held in San José, Costa Rica, 3-5 November 2003. Montpellier: INIBAP. P. 25-34

Soto B., M. 2008. Bananos: técnicas de producción, manejo poscosecha y comercialización [CD ROM]. 3. ed. Corr. y aum. San José, C.R. 1090 p.

Turner, D. W., J. A. Fortescue y D. S. Thomas. 2007. Environmental physiology of the bananas (Musa spp.). Brazilian Journal of Plant Physiology. Vol. 19, no. 4, p. 463-484.

Turner, D W. 2003. Factors affecting the physiology of the banana root system. En: D.W. Turner and F.E. Rosales (eds.). Banana root system: towards a better understanding for its productive management: Proceedings of an International Symposium held in San José, Costa Rica, 3-5 November 2003. Montpellier: INIBAP. P. 107-113.

CENIBANANO

Centro de Investigaciones del Banano

CENIBANANO

Centro de Investigaciones del Banano

Dependencia de la Asociación de Bananeros de Colombia - AUGURA, que tiene por objeto realizar labores de apoyo técnico a los productores bananeros de Urabá y Mágdalena. Su objetivo central es desarrollar investigación en líneas fundamentales para asegurar la sostenibilidad de la producción bananera en Colombia que son: Fitoprotección, Fisiología y Nutrición, Suelos y Agricultura de Precisión, buscando siempre la innovación mediante el desarrollo de procesos de producción eficientes y limpios, para disminuir el uso de agroquímicos y la protección del ambiente, de modo que le permitan al sector bananero colombiano construir ventajas competitivas frente a otros países productores y exportadores de banano.