

# COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO, LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD EN PLANTAS MADRE E HIJAS DE FRESA 'Camarosa CULTIVADAS BAJO INVERNADERO

Fecha de recepción: 17 de enero de 2012 • Fecha de aceptación: 25 de marzo de 2012

## COMPARACION OF GROWTH, YIELD AND QUALITY OF MOTHERS AND DAUGHTERS OF 'Camarosa STRAWBERRY PLANTS UNDER GREENHOUSE

Olga Marcela Padilla Bastidas<sup>1</sup> • Luz Andrea Calderón Medellín<sup>1</sup> •  
María Mercedes Pérez Trujillo<sup>2,3</sup> • Daniel Rodríguez Caicedo<sup>2</sup>

### RESUMEN

Se evaluó el crecimiento, productividad y calidad de la fruta en tres tipos de plantas de fresa (*Fragaria x ananassa* 'Camarosa): plantas madres retirándoles todos los estolones (T1), plantas madres dejándoles solo tres estolones (T3) y plantas hijas provenientes de los estolones obtenidos de las madres (T2). Fueron cultivadas bajo invernadero en el Campus Nueva Granada (Cajicá, Cundinamarca) a 2580 msnm. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Mediante el modelo de Gompertz se describieron las curvas de acumulación de materia seca y de área foliar por planta. Se determinó la productividad por planta, la calidad de la cosecha según categorías comerciales de clasificación, el calibre y el contenido de los sólidos solubles durante las primeras trece semanas de cosecha. Las plantas hijas presentaron una disminución del 30% en la materia seca acumulada frente al T1; sin embargo, obtuvieron la mayor cantidad de fruta para la categoría "primera" (1588.23 g/planta) y para la productividad acumulada durante las 13 primeras semanas de cosecha (2620.05 g/planta), resultando 62.55 y 53.08% superior a la lograda por los T3 y T1 respectivamente. Adicionalmente, fueron las más precoces en la producción de frutos, iniciando 9 semanas antes que las plantas madres. En el T1 presentaron la mayor acumulación de materia seca (106.4 g/planta) y la mayor área foliar (4874 cm<sup>2</sup>); no obstante su productividad fue similar a la del T3 (1297.13 y 1037.12 g/planta respectivamente). Ningún tratamiento influyó en el calibre de los frutos, pero si en los sólidos solubles, siendo mayor en T1 (7.11 °Brix). La propagación de tres estolones por cada planta madre permite al productor obtener material de siembra (plantas hijas) y producir fruta de calidad sin reducir el rendimiento, siendo una práctica que ayuda a regular el excesivo crecimiento vegetativo que presentan las plantas madres sin estolones.

**Palabras clave:** *Fragaria x ananassa*, estolones, área foliar, peso seco, modelo de crecimiento, sólidos solubles.

1 Bióloga, Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá.

2 Docente investigador, Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá.

3 Autor para correspondencia: maria.perez@unimilitar.edu.co

## ABSTRACT

Growth, development and productivity were evaluated in three types of strawberry plants (*Fragaria x ananassa* 'Camarosa'): mother plants by withdrawing all stolons (T1), mother plants, leaving only three stolons (T3) and daughter plants (T2), grown under greenhouse at the Campus Nueva Granada (Cajicá, Cundinamarca), located at 2580 masl. A randomized complete block design was employed. Using the Gompertz model, dry matter accumulation and leaf area curves per plant were defined. Productivity, quality, size and soluble solids of the fruit were determined during the first thirteen weeks of harvest. Daughter plants showed a 30% decrease in accumulated dry matter compared to T1, however, they obtained the highest productivity for "first" category (1588.23 g/plant) and the highest accumulated productivity (2620.05 g/plant), resulting 62.55 and 53.08% higher than that achieved by the T3 and T1 respectively. Additionally, daughter plants were the earliest in fruit production, starting 9 weeks before the mother plants. T1 plants showed the highest dry matter accumulation (106.4 g/plant) and the highest leaf area (4874 cm<sup>2</sup>), however, its productivity was similar to that of T3 (1297.13 and 1037.12 g/plant respectively). No treatment significantly influenced the fruit size, but in soluble solids, being higher in T1 (7.11 °Brix). Propagation of three runners for each strawberry plant allows the grower to obtain fruit and produce daughter plants as an alternative to regulate the excessive growth of mother plants without stolons.

**Key words:** (*Fragaria x ananassa*), stolons, leaf area, dry matter, growth model, soluble solids.

---

## INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.), se ha convertido en una de las frutas más populares y apetecidas en el mundo y es considerada como un cultivo con grandes aplicaciones en la industria. Al desarrollo científico y tecnológico en la producción de esta fruta han contribuido su morfología y fisiología que permiten manejarla en condiciones controladas (Gómez, 2004). Actualmente, en Colombia el área sembrada está en torno a las 710 ha, distribuidas en los departamentos de Cundinamarca, Antioquia, Norte de Santander, Boyacá y Cauca. Cundinamarca es el principal departamento productor con 22423 ton y un rendimiento de 36 ton·ha<sup>-1</sup>, destacándose el municipio de Chocontá con una participación del 89.8 % (Grupo Sistemas de Información, 2006; Agronet, 2009).

La fresa es una planta arrositada, con entrenudos cortos en la corona, a partir de los cuales se forma un brote axilar y una hoja trifoliada. Dependiendo de las condiciones de crecimiento se inicia el desarrollo de coronas o estolones (Hytönen, 2009). Los estolones presentan dos entrenudos largos y una roseta foliar; de la base del entrenudo distal parten las raíces que profundizan el suelo y constituyen la planta hija, la cual posteriormente se hace independiente por la muerte del entrenudo o por su separación de la planta madre (De Souza *et al.*, 1974). Este sistema de crecimiento y formación de coronas y estolones permite una propagación vegetativa rápida y segura. En viveros en países de zonas templadas se producen "plantas madres" por el método de estolones en respuesta a

los días largos y las altas temperaturas (Bish *et al.*, 2001 citado en Bish *et al.*, 2003; Bartual *et al.*, 2004). Plantas vigorosas pueden producir entre 10 y 15 sistemas estoloníferos, pudiendo llegar a enraizar más de 100 plantas hijas a partir de una sola madre. Una planta hija es autosuficiente después de 2 a 3 semanas de permanecer unida a la madre a través de los filamentos estoloníferos (Bartual *et al.*, 2004).

Después de cosechadas, las plantas propagadas por estolones son conservadas en cámaras frigoríficas a -2 °C hasta el momento de la siembra. La cantidad de

documentados que determinen si productivamente es más conveniente establecer un cultivo de fresa a partir de plantas “madres” importadas o empleando las plantas “hijas ó frescas” obtenidas mediante la multiplicación por estolones que se practica *in situ* sobre las plantas madres. Así mismo, se desconoce el efecto que pueda tener el retiro total o parcial de los estolones sobre la posterior producción de fruta de las plantas madres. Por ello, el objetivo de este trabajo fue comparar el crecimiento, la productividad y la calidad de los frutos cosechados en tres tipos de plantas

El objetivo de este trabajo fue comparar el crecimiento, la productividad y la calidad de los frutos cosechados en tres tipos de plantas de fresa ‘Camarosa’ cultivadas bajo condiciones de invernadero en Cajicá (Cundinamarca, Colombia): plantas madres a las que se les retiran todos los estolones, plantas madres en las que se dejan solo tres estolones para propagar plantas hijas, y plantas hijas provenientes de los estolones obtenidos de las madres.

horas de frío adquiridas por las plantas “frigo” durante este proceso resulta inicialmente en una débil floración y gran número de estolones los cuales, según Sánchez (2006) deben ser retirados para asegurar un mayor vigor y una mayor producción de coronas en la planta; este tipo de plantas inicia la etapa de producción a los siete meses, en condiciones de la Sabana de Bogotá. No obstante, se ha planteado que algunos de los estolones emitidos podrían emplearse para la propagación y obtención de “plantas hijas o frescas”. Sánchez (2006), señala que las plantas hijas inician la cosecha más temprano pero con una producción más escasa.

En Colombia no existen reportes debidamente

de fresa ‘Camarosa’ cultivadas bajo condiciones de invernadero en Cajicá (Cundinamarca, Colombia): plantas madres a las que se les retiran todos los estolones, plantas madres en las que se dejan solo tres estolones para propagar plantas hijas, y plantas hijas provenientes de los estolones obtenidos de las madres.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre Octubre de 2006 y Agosto de 2007, en el invernadero de Horticultura del Campus Nueva Granada (Cajicá, Cundinamarca) a 2580 msnm. Durante el ensayo se registró una temperatura

media de 15 °C y una humedad relativa del 75%. Las plantas madres del cultivar Camarosa fueron suministradas por la empresa Proplantas S.A.; las plantas hijas fueron multiplicadas *in situ* a partir de las madres. En un área de 82 m<sup>2</sup> se adecuaron 6 camas de 7 m de largo, 0.7 m de ancho y 0.3 m de alto. Las plantas fueron sembradas al tresbolillo y separadas 30 cm entre sí y 40 cm entre hileras. Se practicó un diseño de bloques completos al azar, con tres bloques y tres tratamientos: plantas madre sin estolones (T1), plantas hijas (T2) y plantas madre con tres estolones (T3). Cada cama de cultivo fue dividida en tres secciones o parcelas, de 16 plantas cada una; dos secciones de dos camas contiguas, constituyeron un bloque para cada tratamiento, correspondiente a 4.9 m<sup>2</sup> y 32 plantas. Después del trasplante, la plantas madres presentaron inmediatamente una brotación de inflorescencias, las cuales fueron retiradas; posteriormente, inició la brotación de estolones, los cuales fueron retirados o no dependiendo del tratamiento y finalmente, se presentó una nueva brotación de flores, la cual dio paso al inicio de la fructificación y cosecha.

La propagación de las plantas hijas se realizó a partir de las madres del tratamiento T3, dejando crecer en ellas tres estolones. Cuando las raíces de las plantas hijas alcanzaron 1 cm de longitud, se llevaron a materas de 200 cm<sup>3</sup> que contenían tierra negra y cascarilla de arroz en proporción 1:1 (Sánchez, 2006). Después de un mes aproximadamente, las plantas hijas con más de dos hojas trifoliadas, una masa de raíces abundante y una corona bien formada, se cortaron del cordón estolonífero y fueron trasplantadas a su respectivos bloques; posteriormente sus inflorescencias fueron podadas hasta que cada planta desarrolló en promedio tres coronas. Para el tratamiento correspondiente a plantas madre sin estolones (T1), semanalmente les fueron retirados los estolones que se fueran diferenciando.

El crecimiento de la planta de fresa se determinó mediante muestreos destructivos mensuales de tres plantas por tratamiento, a razón de una por bloque.

Cada planta se seccionó en todas sus estructuras y se obtuvo su peso fresco. Posteriormente las muestras se secaron a 60 °C durante 48 horas, a excepción de los frutos que se secaron durante 72 h. Para determinar el área foliar de cada foliolo en cada planta de fresa, se procedió a medir, empleando un calibrador, el ancho de cada foliolo, asumiéndolo como el diámetro de un círculo. A partir de esta medida se calculó el radio y con este el área del círculo. El valor obtenido fue ajustado con la siguiente ecuación (1) propuesta para fresa 'Camarosa' por Naranjo *et al.* (2007):

$$y=0,8823x + 4.0761$$

Donde  $y$ , es el área de un foliolo de fresa, expresada en cm<sup>2</sup> y  $x$  es el área de un círculo (cm<sup>2</sup>), cuyo diámetro corresponde al ancho del foliolo medido con un calibrador. El área foliar de una planta se obtuvo a través de la sumatoria de las áreas de todos sus foliolos.

Cuando las plantas entraron en producción de fruta, se cosecharon dos veces por semana todos los frutos en estado de madurez ó según la NTC 4103 (ICONTEC, 1996). El seguimiento de la producción de fruta en las plantas de los bloques en todos los tratamientos, se realizó durante las 13 primeras semanas de cosecha. Se procedió a obtener el peso fresco del total de los frutos cosechados por bloque y por tratamiento en cada semana, como indicador de la productividad o el rendimiento del cultivo, ajustándolo por planta. Adicionalmente, cada fruto cosechado fue pesado y se clasificó en una de las cuatro categorías de calidad para la comercialización de la fresa: Primera (frutos  $\geq 15$  g), Segunda (frutos  $< 14.9$  y  $\geq 10$  g), Tercera (frutos  $< 9.9$  g) y Cuarta (frutos deformes o con lesiones severas) (Sánchez, 2006). Con ello, se determinó para cada bloque y tratamiento, el peso fresco de la fruta clasificada en cada categoría de calidad.

Se determinaron los sólidos solubles seleccionando seis frutos por tratamiento y por bloque, los cuales fueron macerados; posteriormente se realizaron tres lecturas de la muestra de jugo empleando

un refractómetro digital. También se midió el calibre, en la mitad de los frutos cosechados semanalmente por tratamiento y por bloque.

Para los resultados de productividad o rendimiento de la fruta y su clasificación en categorías de calidad, se realizó un análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple con el programa estadístico SAS versión 9.0, para un diseño de BCA. La normalidad de residuales se probó con el estadístico Shapiro-Wilk. Mediante el software R versión 2.6.2 (R, 2008), se ajustó el modelo de crecimiento de Gompertz a los valores de peso seco total por planta y de área foliar. Se utilizó la ecuación (2):

$$y = \alpha e^{(-e^{-k(t-\psi)})}$$

donde  $\alpha$ , es la asíntota superior o el máximo crecimiento, estimado como  $a$ , y  $\psi$ , es el tiempo en el que se logra la máxima tasa de crecimiento, estimado como  $g$ . Por su parte,  $k$  es un parámetro de escala sobre el tiempo ( $t$ ), que influencia la tasa de crecimiento (Seber y Wild, 2003).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Materia seca acumulada y área foliar

Según los parámetros de las curvas de materia seca obtenidos con el modelo matemático de Gompertz, la máxima acumulación ( $a$ ) la presentaron las plantas madre a las que se les retiraron todos los estolones, siendo 31.18 y 32.54% superior a la lograda por las plantas hijas y las plantas madres con 3 estolones, respectivamente (Tabla 1). La máxima biomasa seca fue similar para las plantas madres con estolones y para las plantas hijas. Por su parte, las plantas hijas alcanzaron la mayor tasa de crecimiento en un menor tiempo ( $g$ ) frente a las madres con y sin estolones. La estabilización temprana de la curva de crecimiento de las plantas hijas, fue resultado de una

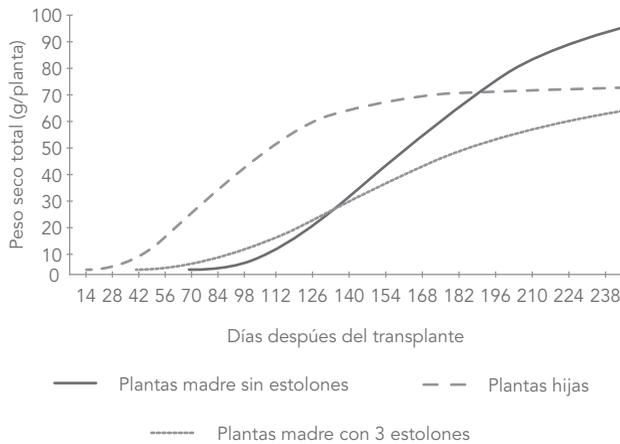
etapa de crecimiento vegetativo no tan prolongada como si sucedió con las plantas madres, aspecto que se relacionó directamente con su mayor precocidad en el inicio de la floración, fructificación y cosecha de la fruta. Al respecto, la primera cosecha de fruta para las plantas hijas se registró a las 14 semanas después del trasplante, mientras que para las plantas madre se presentó a las 23 semanas.

Las plantas madres con estolones, presentaron una menor acumulación de materia seca que aquellas a las que si se les retiraron estas estructuras; así mismo, su tasa de crecimiento fue menor, incluso frente a las plantas hijas.

**Tabla 1.** Parámetros del modelo de Gompertz para el peso seco total obtenido por planta de fresa (*Fragaria x ananassa* 'Camarosa') para cada tratamiento (tipo de planta).

Tipo de Planta	$a$	Pr(> t )	$k$	Pr(> t )	$g$	Pr(> t )
Plantas madre sin estolones	106.4	<0.001 ***	0.02	0.009 **	140.5	<0.001 ***
Plantas hijas	73.23	<0.001 ***	0.04	0.026 *	59.92	<0.001 ***
Plantas madre con 3 estolones	71.78	<0.001 ***	0.02	0.0215 *	124.7	<0.001 ***

$\text{Peso} = \alpha e^{(-e^{-k(\text{DDT}-g)})}$ , donde  $a$ : máximo peso seco total por planta;  $k$ : parámetro de escala sobre el tiempo (DDT: días después del trasplante), que influencia la tasa de crecimiento;  $g$ : tiempo en días al que se logra la máxima tasa de crecimiento (Seber y Wild, 2003). Significancia: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 '' 1.



**Figura 1.** Materia seca acumulada por planta de fresa (*Fragaria x ananassa* 'Camarosa') en cada tipo de planta. (Curvas ajustadas con el modelo de Gompertz utilizando los parámetros obtenidos en Tabla No. 1).

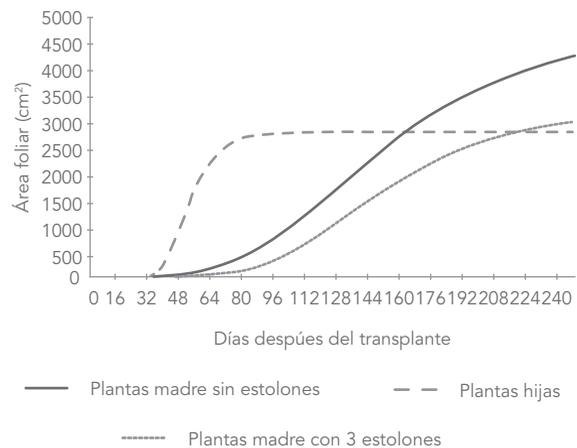
Respecto al área foliar, se observó que las plantas madre sin estolones alcanzaron el máximo valor (a), encontrando un incremento del 32.09 % frente a las madres con tres estolones y del 41.40% respecto a las plantas hijas. Estas últimas, de forma similar a lo ocurrido con el peso seco acumulado, fueron las de crecimiento más precoz ya que marcadamente alcanzaron su máxima tasa de incremento de área foliar en menor tiempo (g) respecto a los demás tratamientos (Tabla 2, Figura 2), y su área foliar se mantuvo más constante a través del tiempo. Por su parte, la tasa de incremento del área foliar fue menor en ambos tipos de plantas madre frente a las hijas, siendo más baja en aquellas con presencia de estolones para la propagación.

El incremento en el área foliar a través del tiempo favoreció el crecimiento de las plantas madre sin estolones cuyos valores de biomasa seca total fueron mayores respecto a los otros dos tratamientos. Esto coincide con Hunt (1990), quien argumenta que a medida que aumenta el área foliar, la producción de materia seca por fotosíntesis también aumenta, lo cual conduce a una mayor asimilación e incorporación de nuevos compuestos. El crecimiento de las estructuras vegetativas en las plantas

**Tabla 2.** Parámetros del modelo de Gompertz para el área foliar por planta de fresa (*Fragaria x ananassa* 'Camarosa'), para tratamiento (tipo de planta).

Tratamiento	a	Pr(> t )	k	Pr(> t )	g	Pr(> t )
Plantas madre sin estolones	4874	<0.001 ***	0.02	0.0575	128.0	<0.001 ***
Plantas hijas	2856	<0.001 ***	0.09	0.323	47.34	<0.001 ***
Plantas madre con 3 estolones	3310	<0.001 ***	0.02	0.051	133.5	<0.001 ***

Área foliar =  $ae^{-(k(DDT-g))}$ , donde a: máxima área foliar; k: parámetro de escala sobre el tiempo (DDT: días después del trasplante), que influencia la tasa de crecimiento; g: tiempo en el que se logra la máxima tasa de incremento del área foliar (Seber y Wild, 2003). Significancia: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 '.'' 1.



**Figura 2.** Área foliar acumulada por planta de fresa (*Fragaria x ananassa* 'Camarosa') para cada tipo de planta (Curvas ajustadas con el modelo de Gompertz utilizando los parámetros obtenidos en Tabla No. 2).

hijas, especialmente el área foliar, estuvo limitado si se compara con los otros tipos de plantas, quizás a causa de su precocidad en el inicio de la etapa reproductiva. Esto se explica por la alta demanda

para el llenado de los frutos en las plantas hijas, la cual pudo haber limitado su desarrollo vegetativo debido a la distribución de los fotoasimilados en la planta, los cuales son transportados desde las hojas (fuente), hasta el floema y luego son movidos a través del tallo hacia las flores y frutos (vertederos), restringiendo así el crecimiento de otras partes de la planta (Salisbury, 2000; Taiz y Zeiger, 2006).

Del mismo modo, la diferencia en el peso seco y el área foliar entre las plantas madres con tres estolones y las madres sin estolones, radica en la relación fuente-vertedero. Conforme a lo encontrado por Alpert (1996), existe una asignación de nutrientes de las plantas madres hacia las hijas, que ocurre a lo largo del cordón estolonífero, hecho que redujo la traslocación de fotoasimilados dentro de la madre, y conllevó a un menor desarrollo de área foliar y una menor acumulación de materia seca.

### Productividad

Se presentaron diferencias importantes en la productividad acumulada durante las 13 primeras semanas de cosecha en las plantas hijas respecto a las madres sin estolones ( $p=0.0232$ ) y a las plantas madres con tres estolones ( $p=0.0050$ ), mostrando que las hijas alcanzaron el mayor rendimiento (Tabla 3). La productividad de estas plantas fue 53.08 y 62.55 % superior a la obtenida con las plantas madre sin estolones y con tres estolones, respectivamente.

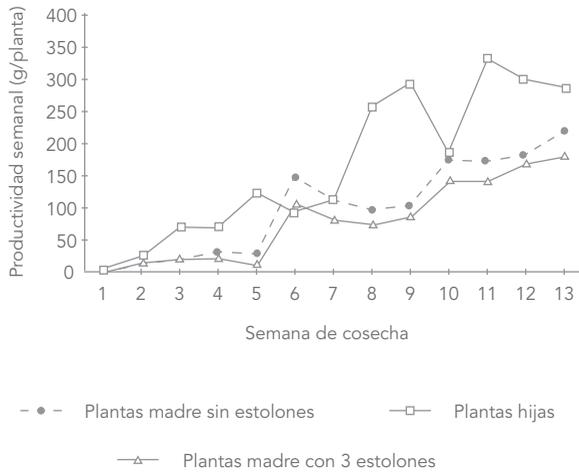
**Tabla 3.** Productividad promedio acumulada (g/planta) en las 13 primeras semanas de cosecha, de acuerdo al tipo de planta de fresa (*Fragaria x ananassa* 'Camarosa')

Tipo de planta	Productividad acumulada (g/planta en 13 semanas)
Plantas hijas	2620.05 a
Plantas madre sin estolones	1297.13 b
Plantas madre con 3 estolones	1037.12 b

Diferentes letras indican diferencias significativas entre tratamientos  $p<0.05$ .

Por otra parte, no se encontraron diferencias de la productividad entre los dos tipos de plantas madre ( $p=0.0963$ ).

En todos los tratamientos evaluados, la productividad en esta investigación fue superior a la citada por Sánchez (2006) y Takeda (1999) citado en Fernández-Junior et al. (2002), quienes reportan respectivamente una productividad de 800 g/planta durante siete meses y entre 408-445 g/planta durante seis meses para el material Camarosa. Los resultados obtenidos en este estudio contrastan con lo reportado en la literatura y con la experiencia de algunos productores de fresa en la sabana de Bogotá, quienes sostienen que la productividad es mayor en plantas madre comparadas con plantas hijas debido su mayor vigor y al gran crecimiento vegetativo inducido por las horas de frío a las que son sometidas luego del proceso de propagación (Sánchez, 2006). Al respecto, Albergs (1968), afirma que las plantas de gran área foliar presentan una mayor productividad respecto a las plantas pequeñas, ya que estas últimas tienen menores niveles de nutrientes, de biomasa seca y un área foliar insuficiente para una producción de estructuras reproductivas, lo que disminuye la producción de flores en la planta a causa de la baja producción de fotosintatos y las bajas reservas de carbohidratos. Es de resaltar que los resultados presentados en este trabajo corresponden solo a las primeras trece semanas de producción de cada tipo de planta de fresa, tiempo en el cuál las plantas madres quizás no alcanzaron a exhibir su máximo valor en la curva de producción, como se aprecia en la figura 3. Por esta razón es pertinente realizar este estudio durante un tiempo más prolongado para poder observar el ciclo de producción completo de las plantas madres, al menos por un año continuo, y con ello dar una conclusión más acertada del efecto del tipo de planta de fresa sobre la productividad del cultivo.



**Figura 3.** Promedio del peso fresco de la fruta cosechada semanalmente por planta de fresa (*Fragaria x ananassa* 'Camarosa'), para cada tipo de planta durante las primeras 13 semanas de cosecha.

Como se mencionó anteriormente, las plantas hijas mostraron una mayor precocidad ya que iniciaron su ciclo de cosecha a las 14 semanas después del trasplante, mientras que las plantas madres lo iniciaron a las 23 semanas. La precocidad observada en las plantas hijas de fresa y el largo periodo vegetativo de las plantas madres, pudieron estar relacionados con el efecto de la temperatura y el fotoperíodo en la diferenciación de los brotes axilares tanto de las coronas como de los estolones (Hytönen *et al.*, 2009). Los días cortos se consideran como el principal factor de inducción a la floración, mientras que el frío prolongado la retrasa, consiguiendo una rápida emisión de estolones y provocando una reversión del estado reproductivo al vegetativo (Folquer, 1986), situación que particularmente sucede con las plantas madre a diferencia de las plantas hija que fueron propagadas *in situ* en condiciones tropicales. Las plantas "frigo" -que corresponden a las madres en este ensayo-, provenientes de países de zona templada, después de ser propagadas son empacadas

y conservadas en cámara frigorífica a  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta el momento de la exportación y posteriormente son sembradas directamente en el campo de cultivo en el país de destino (Sánchez, 2006). Por su parte, las plantas hijas en este trabajo fueron propagadas directamente de las plantas madres del tratamiento T3, bajo condiciones de la sabana de Bogotá, en donde no recibieron tratamiento de frío y estuvieron sometidas a temperaturas mayores que en el lugar de origen de las madres; esto pudo provocar un rápido inicio de su desarrollo obteniéndose una floración y fructificación más tempranas (Sánchez, 2006).

Durante las primeras 13 semanas de producción se evidenció el primer pico de cosecha para las plantas hijas, mientras que en las madres solo se alcanzó a registrar la primera fase de la curva (Figura 3). Al respecto, Folquer (1986) comenta que una mayor precocidad en el inicio del estado reproductivo, conduce a una mayor producción de fruta en un lapso de tiempo más corto, lo que sugiere una mayor eficiencia fotosintética.

### Categorías de calidad

Respecto a la calidad de los frutos, aquellos clasificados dentro de la categoría "primera" predominaron durante todo el ensayo en los tres tratamientos evaluados, ocupando entre un 50 a 60% del total de la fruta producida. Particularmente, las plantas hijas produjeron la mayor cantidad de frutos de esta calidad, seguidas de las plantas madre sin estolones y con 3 estolones respectivamente (Tabla 4). Para la calidad primera se encontraron diferencias entre las plantas hijas respecto a las madres sin estolones ( $p=0.0002$ ) y entre hijas respecto a las madres con tres estolones ( $p=0.0355$ ).

Los frutos de las calidades "segunda", "tercera" y "cuarta" se produjeron en cantidades similares en los tres tratamientos evaluados (Tabla 4).

**Tabla 4.** Promedio del peso fresco de la fruta cosechada (g/planta) y clasificada en las diferentes categorías de calidad, acumulado durante las primeras 13 semanas de cosecha, en los diferentes tipos de plantas de fresa evaluados (*Fragaria x ananassa* 'Camarosa').

Tratamiento	Categoría de calidad (g/planta)			
	1ra.	2da.	3ra.	4ta.
Plantas hijas	1588.23 b	538.95 a	277.54 a	215.33 a
Plantas madre sin estolones	656.15 a	326.86 a	192.94 a	121.17 a
Plantas madre con tres estolones	595.22 a	236.17 a	133.13 a	72.59 a

Diferentes letras en una misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos  $p < 0.05$

Las plantas madres a las que se les permitió el crecimiento de tres estolones para la propagación de plantas hijas, produjeron una cantidad de fruta similar que las madres a las que les fueron retirados todos los estolones, situación que se presentó en las cuatro categorías de calidad evaluadas ( $p < 0.05$  para todas las categorías). Con lo anterior se corrobora lo planteado por Sánchez (2006), quien afirma que el número apropiado de estolones para realizar la propagación vegetativa de una planta "frigo", sin afectar su productividad, no debe ser superior a tres, ya que éstos actúan como conducto de intercambio de agua y nutrimentos entre la planta madre y las hijas, y su desarrollo requiere una gran reserva energética (Folquer, 1986; Alpert, 1996). Un elevado número de estolones puede conllevar al agotamiento y a la pérdida de vigor de la planta madre, reflejándose en una baja productividad y menor tamaño de la fruta (Sánchez, 2006).

### Calibre de los frutos

No se encontraron diferencias significativas para esta variable entre las plantas madre con tres estolones y las plantas hijas ( $p = 0.9524$ ), así como tampoco entre estas últimas y las madre sin estolones ( $p = 0.6672$ ). El diámetro de los frutos no se vio afectado por el tipo de plantas madre del que provenían ( $p = 0.4714$ ) (Tabla 5).

**Tabla 5.** Calibre promedio de los frutos de fresa (*Fragaria x ananassa* 'Camarosa) para cada tipo de planta evaluado.

Tratamiento	Calibre (mm)
Plantas madre con tres estolones	32.28 a
Plantas hijas	32.07 a
Plantas madre sin estolones	32.03 a

Diferentes letras indican diferencias significativas entre tratamientos  $p < 0.05$ .

### Sólidos solubles totales

Los sólidos solubles totales variaron de manera importante entre los dos tipos de plantas madres ( $p = 0.0028$ ), sobresaliendo por su mayor contenido de azúcares los frutos cosechados de las plantas madres sin estolones (Tabla 6). Por su parte, los grados Brix de los frutos obtenidos de las plantas hijas, fueron similares a aquellos de las plantas madres con tres estolones ( $p = 0.3654$ ) y sin estolones ( $p = 0.4696$ ).

**Tabla 6.** Contenido promedio de sólidos solubles de los frutos de fresa (*Fragaria x ananassa* 'Camarosa') para cada tipo de planta.

Tratamiento	Sólidos Solubles (°Brix)
Plantas madre sin estolones	7.11 a
Plantas hijas	6.65 ab
Plantas madre con tres estolones	6.42 b

Diferentes letras indican diferencias significativas entre tratamientos  $p < 0.05$ .

Los valores de los SST encontrados para los frutos de fresa 'Camarosa de los diferentes tratamientos fueron menores a los reportados por Vásquez *et al.* (2006), en un estudio realizado en el municipio de Soacha (Cundinamarca) con la variedad Chandler, quienes encontraron un valor de  $7.83 \pm 0.96$  °Brix. De igual forma, fueron relativamente bajos en comparación a los reportados por Camacho (1988) citado en Gallo y Santacruz (1996), quien afirma que el valor mínimo de sólidos solubles exigido, no para consumo en fresco sino para la industria a nivel de la sabana de Bogotá, debe ser de 7.0 °Bx. Estos valores posiblemente estuvieron influenciados por las características químicas del suelo en su naturaleza propia, así como también con la adición de fertilizantes, que asociados a las condiciones de temperatura, humedad relativa y luminosidad del lugar de estudio (bajo invernadero), pudieron afectar la concentración de sólidos solubles totales en los frutos de fresa 'Camarosa. Al respecto, Bautista (1978) afirma que el contenido de sólidos solubles en la fresa está influenciado positivamente por las altas temperaturas diurnas, bajas temperaturas nocturnas, alta luminosidad, y negativamente por el exceso de humedad del suelo y la nubosidad.

En conclusión, la similitud encontrada tanto en la productividad como en la calidad de la fruta en los dos tipos de plantas madres evaluados, sugiere que la propagación de tres estolones por cada planta de madre de fresa, puede ofrecer al productor la posibilidad de emplear sus plantas con un doble propósito: propagación a través de la obtención de plantas hijas y producción de fruta. Esta práctica sería una alternativa para regular el excesivo crecimiento vegetativo y área foliar que presentan las plantas

madres sin estolones y que finalmente no conduce a que tenga una mayor eficiencia fotosintética.

Las plantas hijas mostraron una mayor precocidad en la aparición de las estructuras vegetativas y reproductivas que las plantas madres, situación que quizás se encuentra asociada al efecto de la temperatura y del fotoperíodo, dado que éstas plantas no recibieron el tratamiento de frío que si ocurrió con las plantas madres, provocando un limitado desarrollo de área foliar y una temprana inducción de la floración.

La mayor productividad obtenida con las plantas hijas frente a las madres se debe a su precocidad, ya que este tipo de materiales inician el estado reproductivo antes que los tardíos, produciendo mayor cantidad de fruta pero en un lapso de tiempo más corto y ocasionando una mayor producción de frutos en las primeras 13 semanas de cosecha evaluadas en este ensayo. Por esta razón se recomienda realizar en ensayo durante el primer año de producción y con ello dar una conclusión más acertada del efecto del tipo de planta de fresa sobre la productividad del cultivo.

## AGRADECIMIENTOS

A la empresa Proplantas S. A. por el suministro del material vegetal utilizado en este ensayo y al Dr. Heriberto Sánchez por su asesoría en el manejo del cultivo; al doctor Edgar Benítez de la Universidad Nacional de Colombia por la asesoría estadística; a los señores Nelson Díaz y Alexander Díaz, auxiliares de laboratorio de la Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas de la Universidad Militar por apoyar las labores de mantenimiento del cultivo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Agronet. 2009. Área cosechada, producción y rendimiento de fresa, 1992-2008. En: <http://www.agronet.gov.co/agronetweb/AnalisisEstadisticas/tabid/73/Default.aspx>, consulta Septiembre de 2009.
2. Albregts, E. 1968. Influence of plant size at transplanting on strawberry fruit yield. Proc. Fla. State Hort. Soc, v. 81, p. 163-16.
3. Alpert, P. 1996. Nutrient sharing in natural clonal fragments of *Fragaria chiloensis*. Journal of Ecology, v. 84, p. 395-406.
4. Bautista, D. 1978. Influencias de la temperatura, la insolación y la precipitación sobre los sólidos solubles del fruto de la mora (*Rubus glaucus* Benth). Agronomía Tropical. Venezuela, v. 28(4), p. 399-407.
5. Bartual, R.; Marsal, J.; López, J.; Medina, J.; Miranda, L.; Sánchez, J.; Soria, C.; Ariza, M.; Villalba, R.; Gil, D.; Gálvez, J.; Clavero, L.; Chomé, P.; Martínez, A. 2004. Variedades de Fresa. Registro de Variedades Comerciales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid-España, 285 p.
6. Bish, E.; Cantliffe, D.; Chandler, C. 2003. Plantlet size affects growth and development of strawberry plug transplants. Proc. Fla. State Hort. Soc, v. 116, p. 105-107.
7. De Souza, L.; Scarnari, H.; Igue, T. 1974. Efeito do tipo de mudas na produção de morangueiro. Bragantia Revista Científica do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo, v. 33, No. 33.
8. Fernandes-Junior, F.; Furlani, P.; Antunes, I.; Limonta, C. 2002. Produção de frutos e estolhos do morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. Bragantia, Campinas, v. 61, n. 1, p. 25-34.
9. Folquer, F. 1986. La frutilla o Fresa: Estudio de la planta y su Producción Comercial. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires (Argentina), 150 p.
10. Gallo, G.; Santacruz, L. 1996. Estudio de adaptabilidad de cinco variedades de fresa (*Fragaria* sp.) industriales de la zona neotropical bajo las condiciones de la Sabana de Bogotá. Tesis (Titulo de Biólogo) – Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
11. Gómez, C. 2004. Fresa: variedad Chandler (*Fragaria chiloensis* L.), Caracterización de los productos hortifrutícolas colombianos y establecimiento de las Normas técnicas de calidad, CENICAFE y SENA, p. 145-151.
12. Grupo Sistemas de Información. 2006. Anuario estadístico de frutas y hortalizas 2002-2005 y sus calendarios de siembras y cosechas. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Dirección de política sectorial. Bogotá, p: 59-61.

13. Hunt, R. 1990. Basic Growth Analysis: Plant growth analysis for beginners. Academic division of Unwin Hyman Ltda. London, p. 2-4.
14. Hytönen, T. 2009. Regulation of strawberry growth and development. Dissertation (Viikki Graduate School in Biosciences) – Faculty of Agriculture and Forestry. University of Helsinki, Finland.
15. Hytönen, T., P. Elomaa, T. Moritz, O. Junntila. 2009. Gibberellin mediates daylength-controlled differentiation of vegetative meristems in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch). *BMC Plant Biology*. v,9:18, p. 1-12.
16. ICONTEC. 1996. Norma Técnica Colombiana NTC 4103. Frutas Frescas. Fresa Variedad Chandler. Especificaciones ICONTEC. Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. Santafé de Bogotá, p. 14.
17. Naranjo, P., M. Padilla, M. Pérez. 2007. Métodos para estimar el área foliar en plantas de fresa (*Fragaria x ananassa*) y mora (*Rubus glaucus*). Memorias 2do. Congreso Colombiano de Horticultura. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. Bogotá, p. 119.
18. R Development Core Team. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
19. Salisbury, F. 2000. Fisiología de las Plantas 3. Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental. ITES-Paraninfo. Madrid (España), p: 529, 544-546.
20. Sánchez, H. 2006. Fresa: Requerimientos y normas de cultivo. Proplantas. Bogotá, p. 13.
21. Seber, G.; Wild, C. 2003. Nonlinear regression. John Wiley & Sons, Inc, New Jersey, p. 768.
22. Taiz, L.; Zeiger, E. 2006. Plant Physiology. 4th Edition. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Sunderland, Massachusetts, p. 763.
23. Vásquez, R., H. Ballesteros, C. Muñoz, M. Cuéllar. 2006. Utilización de la abeja *Apis mellifera* como agente polinizador en cultivos comerciales de fresa (*Fragaria chiloensis*) y mora (*Rubus glaucus*) y su efecto en la producción. CORPOICA. Produmedios. Bogotá. 77 p.