

# EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS Y ÁCIDO GIBERÉLICO SOBRE EL CRECIMIENTO, PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch) CV. CAMAROSA

María Pérez de Camacaro<sup>1</sup>, Maritza Ojeda<sup>1</sup>, Norca Mogollón<sup>1</sup> y Aracelis Giménez<sup>1</sup>

## RESUMEN

En Venezuela el cultivo de la fresa es de gran importancia para el sustento de numerosas familias en las zonas altas. Sin embargo, el área plantada, la producción y calidad es cada vez menor debido a la carencia de un paquete tecnológico y un sistema de plantación que garantice el éxito del cultivo. En esta investigación se evaluó el crecimiento de plantas de fresa cv. Camarosa, provenientes de cultivo *in vitro*, establecidas en diferentes sustratos y tratadas con ácido giberélico. El material fue aclimatizado durante dos meses y posteriormente colocado en maceteros plásticos bajo condiciones de cobertizo en la granja Campo Lara, Brisas de Terepaima del estado Lara. Los tratamientos estuvieron conformados por los sustratos de vermicompost + arena + cáscara de arroz (1:2:2 v/v), aserrín de coco + arena + cáscara de arroz (2:1:1 v/v), y suelo mineral + arena + cáscara de arroz (2:1:1 v/v), y por cuatro dosis de ácido giberélico (0, 10, 20 y 40 mg·L<sup>-1</sup>) asperjados en una única aplicación al follaje. Los resultados mostraron el mayor crecimiento vegetativo y producción en las plantas establecidas en los sustratos a base de vermicompost o de aserrín de coco. Las dosis medias de ácido giberélico tendieron a favorecer el crecimiento vegetativo. El contenido de clorofila en las plantas fue similar entre los distintos tratamientos, indicando la estabilidad de los sustratos y ninguna alteración nutricional, mientras que las variables físico-químicas de calidad en los frutos fueron influenciadas por los tratamientos, pero sin presentar una tendencia bien definida. La calidad de los frutos se puede considerar comercialmente aceptable.

**Palabras clave adicionales:** Reguladores de crecimiento, sustratos, manejo hortícola, calidad de los frutos

## ABSTRACT

### Effect of substrates and gibberellic acid on growth, production and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) cv. Camarosa

In Venezuela, the strawberry crop is the great importance to the livelihood of many families in the high areas. However, the planted area, production and quality had been decreased due to absence of technological package and plantation system that allow the successfully of this crop. In this research the growth of strawberry plants cv. Camarosa established in different substrates and treated with gibberellic acid was evaluated. The plants, coming from *in vitro* culture, were acclimatized for two months and then, potted in plastic containers and placed under a shed at the Campo Lara farm, Brisas de Terepaima, in Lara State, Venezuela. The substrates were vermicompost + sand + rice hull (1:2:2 v/v), coir dust + sand + rice hull (2:1:1 v/v), and mineral soil + sand + rice hull (2:1:1 v/v), and four gibberellic acid doses (0, 10, 20 y 40 mg·L<sup>-1</sup>) sprayed in an unique application to the foliage. The results showed that the major vegetative growth and production occurred in the plants established in substrates with vermicompost or coir dust. The media doses of gibberellic acid tended to favor vegetative growth. The chlorophyll content in plants was similar among treatments indicating stability of the substrates, and none nutritional alteration. Also, the physical-chemical variables of fruit quality were affected by the treatments, but without showing a well definite trend. The quality of fruit can be considered commercially acceptable.

**Additional key words:** Growth regulators, substrates, horticultural practices, fruit quality

## INTRODUCCIÓN

En Venezuela el cultivo de la fresa se ubica en las zonas altas de los estados Mérida, Táchira, Trujillo, Aragua, Miranda y Monagas donde se cultiva de forma tradicional a campo abierto en suelos que presentan algunos problemas de acidez,

baja fertilidad y alta erosión, lo cual limita la producción y parece justificar su cultivo en sustratos. En este sentido, existe la necesidad en el país de generar investigación relacionada con los sistemas de plantación como es el uso de sustratos y/o cultivo sin suelo en contenedores, al igual que otras prácticas hortícolas adecuadas que permitan

Recibido: Julio 25, 2012

Aceptado: Febrero 11, 2013

<sup>1</sup> Posgrado de Horticultura, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. Venezuela. e-mail: mariap@ucla.edu.ve

el incremento de la producción. Por lo tanto, determinar cuáles serían algunos sustratos que puedan ser utilizados por los productores, constituye un aspecto interesante de investigación. Estos sustratos deberían ser económicos y de fácil disponibilidad, con una adecuada capacidad de retención de agua y aireación, estables y libre de patógenos, en especial porque el sistema radical de la fresa es fibroso y poco profundo (Darnell, 2003). En función de estos requerimientos, a nivel nacional se encuentran disponibles componentes como el vermicompost, aserrín de coco y la cáscara de arroz que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos, junto a la arena y el suelo mineral (Bracho et al., 2009).

Otro aspecto limitante a considerar es que, en el país, la fresa se produce en las zonas altas con baja temperatura, condición requerida por el cultivo para su crecimiento, desarrollo y producción, pero dichas zonas se caracterizan por tener fuertes pendientes y con poca extensión. Al respecto, existen prácticas ampliamente utilizadas en países como Turquía y España (Özgülven y Yilmaz, 2002; FAP, 2007) en los que sustituyen los requerimientos de frío del cultivo por el uso de reguladores de crecimiento como las giberelinas, las cuales promueven la división y elongación celular con lo cual se estimula el crecimiento y desarrollo vegetativo en las plantas (Iglesias y Talón, 2008), y además han sido asociados con la activación de los genes que determinan la identidad del meristemo floral de algunas especies (Roldán y Martínez, 2008). Las dosis utilizadas con éxito en las diferentes investigaciones han sido variables y van desde 10-20 mg·L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> (Özgülven y Yilmaz, 2002; Pérez de Camacaro et al., 2009) y 50 mg·L<sup>-1</sup> (Duarte y Hermosa, 1997; Tehranifar y Battey, 1997), hasta 200 mg·L<sup>-1</sup> (Paroussi et al., 2002). Esta práctica constituye una alternativa que debe ser estudiada bajo condiciones tropicales y permita ampliar los pisos climáticos del cultivo.

El estudio de alternativas de manejo en el cultivo de la fresa es necesario, especialmente bajo condiciones tropicales, para generar información sobre prácticas hortícolas en las áreas de producción no tradicionales. En esta investigación se evaluaron las respuestas en crecimiento y producción de plantas, y la calidad de los frutos del cultivar de fresa Camarosa, usando diferentes sustratos y tratamientos con

ácido giberélico en plantas cultivadas en maceteros.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se condujo desde marzo 2008 hasta julio 2009 en la granja Campo Lara, municipio Palavecino del estado Lara, ubicada a 700 msnm. Las plantas estuvieron bajo condiciones de cobertizo con techo traslúcido que permitió una irradiancia promedio que varió entre 55 y 786  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$  durante el ensayo. Los datos promedio de temperatura registrados a las 9:00 y 12:00 horas fueron 25,3 y 34,5 °C, respectivamente. Se utilizaron vitroplantas de fresa cultivar Camarosa obtenidas en el laboratorio de Biotecnología del Posgrado de Horticultura de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. El material fue aclimatizado durante dos meses y posteriormente colocado en maceteros plásticos de 13 cm de profundidad x 16 cm de diámetro. Los factores evaluados fueron tres sustratos y cuatro dosis de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>). Los sustratos, cuyas propiedades físicas se muestran en el Cuadro 1, contenían partes iguales de arena + cáscara de arroz y estuvieron conformados por vermicompost, aserrín de coco y suelo mineral como su componente diferencial, en la siguiente forma: A) vermicompost + arena + cáscara de arroz (1:2:2 v/v); B) aserrín de coco + arena + cáscara de arroz (2:1:1 v/v); y C) suelo mineral + arena + cáscara de arroz (2:1:1v/v). Los cuatro tratamientos de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) correspondieron a las dosis de 10, 20 y 40 mg·L<sup>-1</sup>, más un testigo sin aplicación (0 mg·L<sup>-1</sup>). El AG<sub>3</sub> fue aplicado al follaje como una única aplicación una semana después del trasplante cuando las plantas presentaban en promedio seis hojas y una corona con 6 mm de diámetro. Los tres sustratos y cuatro dosis se organizaron en un arreglo factorial dentro de un diseño completamente al azar con diez repeticiones y una planta por unidad experimental.

Los sustratos fueron caracterizados físicamente y se les determinó la porosidad total, macroporos y microporos, así como la densidad aparente y densidad promedio de partículas, según la metodología establecida por Pire y Pereira (2003). Las plantas fueron regadas diariamente y fertilizadas semanalmente con Solub (20-20-20 NPK + micronutrientes) en dosis de 1,5 g·L<sup>-1</sup> de

agua aplicada en el riego.

Las variables de crecimiento constituidas por los números de hojas, coronas y estolones fueron evaluadas quincenalmente en las diez plantas por tratamiento, mientras que la expansión lateral

aérea, la longitud del pecíolo de tres hojas marcadas al inicio de su crecimiento y el contenido relativo de clorofila foliar (utilizando un equipo Minolta SPAD-520) fue medido en tres hojas maduras de tres plantas por tratamiento.

**Cuadro 1.** Caracterización física de los sustratos utilizados en el establecimiento de la fresa ‘Camarosa’

Sustrato	Características				
	Porosidad total	Macroporos (%)	Microporos	DA (Mg·m <sup>-3</sup> )	DP
V+CA+A (1:2:2)	59,15	37,31	21,76	0,43	1,05
AC+CA+A (2:2:1)	46,20	13,66	33,15	0,78	1,45
SM+CA+A (2:2:1)	41,90	7,28	34,36	0,98	1,69

V: vermicompost; AC: aserrín de coco; SM: suelo mineral; CA: cáscara de arroz; A: arena. DA: densidad aparente; DP: densidad promedio de partículas

Los frutos fueron cosechados dos veces por semana durante el período de mayo 2008 a junio 2009, determinando la producción mensual por tratamiento durante el ciclo, y posteriormente fueron llevados al laboratorio para su evaluación física y química. Los frutos provenientes de los sustratos con vermicompost o con aserrín de coco fueron evaluados en el período antes señalado, mientras que en los provenientes del sustrato con suelo mineral la evaluación se realizó sólo hasta septiembre 2008 debido a la muerte de las plantas en ese tratamiento. Las variables físicas evaluadas fueron la masa fresca y los diámetros polar y ecuatorial (este último en la parte más gruesa del fruto). Las variables químicas fueron el contenido de sólidos solubles totales (SST) medido con un refractómetro Atago PR-101, la acidez total titulable, expresada como mg de ácido cítrico por 100g de fruto fresco, determinada por la valoración con NaOH 0,1 N hasta punto final de pH 8,1, con un potenciómetro Orión 520, y el pH. Los resultados fueron procesados estadísticamente en cada fecha de muestreo a través de análisis de varianza y prueba de medias de Tukey utilizando el programa Statistix versión 8.

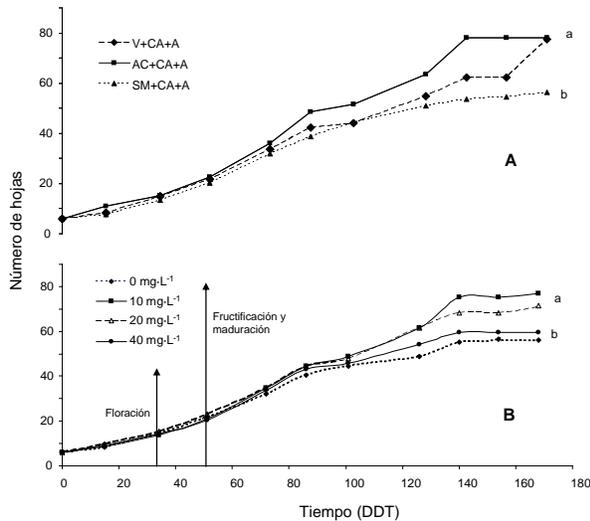
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La emisión de hojas, coronas, expansión lateral aérea y longitud del pecíolo presentaron un incremento sostenido y continuo, mientras que la producción de estolones fue fluctuante durante el ciclo. El análisis estadístico no detectó interacción entre los factores sustrato y ácido giberélico, pero sí presentó efectos individuales de los mismos

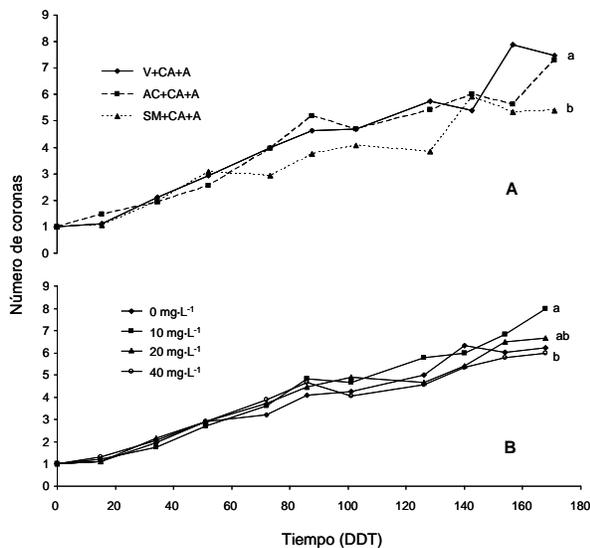
sobre las variables de crecimiento. El número de hojas aumentó continuamente hasta alcanzar un máximo de 77 hojas a los 168 días después del trasplante (DDT) en las plantas establecidas en los sustratos con vermicompost o con aserrín de coco al final de la evaluación (Figura 1A). Igualmente, el número de coronas fue mayor para los sustratos mencionados (Figura 2A), contrariamente al sustrato con suelo mineral que presentó los menores valores para estas mismas variables. En general, la producción de estolones incrementó hasta los 77 DDT para luego descender progresivamente hasta el final del ensayo, y fue superior en los sustratos a base de vermicompost a los 34 y 51 DDT, en relación al sustrato con suelo mineral (Figura 3A). La longitud del pecíolo no presentó diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 4A).

Con relación a la aplicación del ácido giberélico, el número de hojas, coronas y estolones fueron afectados negativamente durante el período de evaluación por las dosis extremas del producto (0 y 40 mg·L<sup>-1</sup>), pero no así la longitud del pecíolo (Figuras 1B, 2B, 3B y 4B). Por otra parte, la expansión lateral aérea de la planta presentó significancia para la interacción de los factores (sustrato x dosis), comportándose estadísticamente iguales las combinaciones de AG<sub>3</sub> en el sustrato con vermicompost en las dosis de 10 y 20 mg·L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> y con el aserrín de coco (Cuadro 2). El mayor promedio de esta variable fue de 65,58 cm, alcanzado por las plantas cultivadas en el sustrato con aserrín de coco y con la dosis de 10 mg·L<sup>-1</sup>, mientras que los menores promedios fueron para el sustrato a base de suelo

mineral sin aplicación de AG<sub>3</sub>. En este sustrato, la expansión lateral fue siempre inferior independientemente de la dosis del producto utilizada.



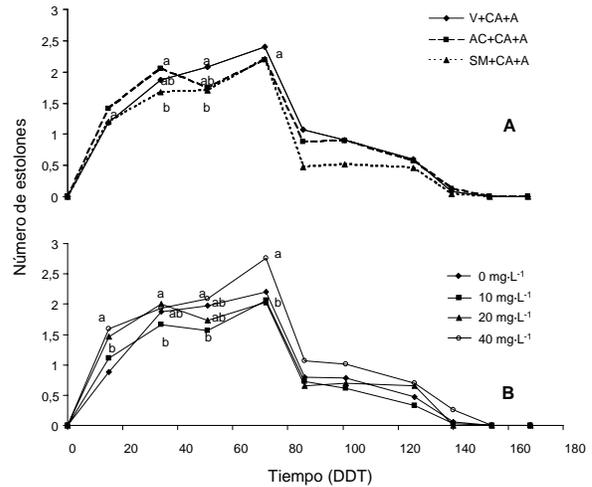
**Figura 1.** Efecto del sustrato (A) y del ácido giberélico (B) sobre el número de hojas emitidas en fresa ‘Camarosa’ durante el ensayo. Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )



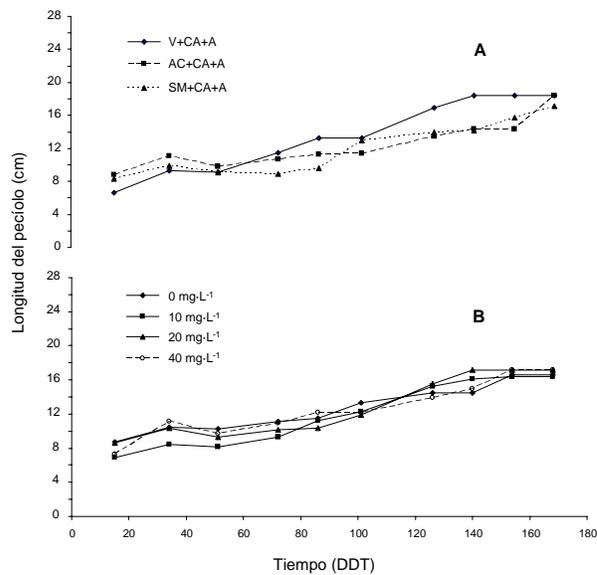
**Figura 2.** Efecto del sustrato (A) y del ácido giberélico (B) sobre el número de coronas emitidas en fresa ‘Camarosa’ durante el ensayo. Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

El contenido relativo de clorofila foliar (SPAD) a los 168 días fue afectado

estadísticamente por la interacción sustrato x dosis, pero sin tendencia definida (Cuadro 2).



**Figura 3.** Efecto del sustrato (A) y del ácido giberélico (B) sobre el número de estolones emitidos en fresa ‘Camarosa’ durante el ensayo. Letras distintas en cada fecha indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )



**Figura 4.** Efecto del sustrato (A) y del ácido giberélico (B) sobre la longitud del peciolo de la hoja en fresa ‘Camarosa’ durante el ensayo. Sin diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ )

En general, el crecimiento vegetativo fue mayor en las plantas en los sustratos a base de vermicompost o aserrín de coco, especialmente en el primero de ellos. Estos resultados son

consistentes al asociarse con las propiedades físicas de los mismos, en cuanto a los mayores porcentajes de porosidad total y macroporos que favorecen la aireación, a diferencia de las plantas que crecieron en el sustrato a base de suelo mineral, el cual se caracterizó por los menores valores de las mencionadas propiedades físicas. En este sentido, López et al. (2005)

encontraron el mayor crecimiento de dos cultivares de fresa en una mezcla que contenía 25 % de fibra de coco, mientras que Bartczack et al. (2007) hallaron la mejor respuesta en sustratos a base de lana de roca. Lo anterior indica la necesidad de seleccionar un sustrato adecuado para obtener el máximo crecimiento de las plantas de fresa.

**Cuadro 2.** Efecto de los diferentes sustratos y del ácido giberélico sobre la expansión lateral aérea y el contenido relativo de clorofila en fresa 'Camarosa' a los 168 DDT

Sustrato x dosis de AG <sub>3</sub> (mg·L <sup>-1</sup> )	Expansión lateral (cm)	Contenido relativo de clorofila (SPAD)
(V+CA+A) x 0	55,50 ab	37,95 bc
(V+CA+A) x 10	54,33 ab	40,53 ab
(V+CA+A) x 20	52,83 abc	35,48 bc
(V+CA+A) x 40	45,00 bcd	30,08 bc
(AC+CA+A) x 0	41,02 bcde	39,69 b
(AC+CA+A) x 10	65,58 a	36,25 bc
(AC+CA+A) x 20	54,97 ab	41,43 ab
(AC+CA+A) x 40	33,42 de	35,10 bc
(SM+CA+A) x 0	29,00 e	41,37 ab
(SM+CA+A) x 10	32,25 de	30,00 c
(SM+CA+A) x 20	38,10 cde	44,50 a
(SM+CA+A) x 40	35,40 de	43,05 ab
Probabilidad	P≤0,01	P≤0,01

V: vermicompost; AC: aserrín de coco; SM: suelo mineral; CA: cáscara de arroz; A: arena. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Tukey (P≤0,05)

Con relación a los tratamientos con AG<sub>3</sub>, se evidenció una respuesta del crecimiento vegetativo de las plantas donde las mejores dosis variaron de 10 a 20 mg·L<sup>-1</sup> del producto. Estos resultados respecto al incremento en el crecimiento vegetativo del cultivar Camarosa son consistentes a los encontrados por Pérez de Camacaro et al. (2009), quienes indicaron un aumento en el número de hojas y de coronas con dosis de 20 mg·L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> en el cultivar Chandler bajo condiciones de umbráculo. Sin embargo, los resultados no son consistentes con los de otras investigaciones, ya que Paroussi et al. (2002) señalaron un aumento del área foliar y la longitud de pecíolos con dosis de 200 mg·L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> en el cultivar Camarosa, mientras que Tehranifar y Battey (1997) indicaron que la aplicación de 50 mg·L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> promovió una mayor longitud del pecíolo, y Sharma y Singh (2009) reportaron que aplicaciones de 75 mg·L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> incrementaron

la longitud del pecíolo, área foliar y número de hojas del cultivar Chandler.

La producción mensual de frutos por tratamiento de las plantas de fresa 'Camarosa' se muestra en el Cuadro 3. La producción fue superior entre los meses de septiembre a octubre del 2008 y de febrero a marzo 2009, destacando la mayor producción para las plantas establecidas en el sustrato con aserrín de coco en las que hubo un incremento del 83 % respecto a las de menor producción (en el sustrato con suelo mineral). Estas diferencias en producción pueden asociarse a los contrastes en las características físicas de dichos sustratos.

La producción tendió a aumentar proporcionalmente con las dosis de AG<sub>3</sub>, aunque las diferencias no fueron lo suficientemente contrastantes para alcanzar significancia estadística (P>0,05), y mostraron promedios de 29,3 frutos por tratamiento a la dosis de 40 mg·L<sup>-1</sup>

(Cuadro 3). Esta tendencia en la respuesta a la aplicación del regulador sugiere continuar investigando esta práctica hortícola en otros cultivares de fresa, como una alternativa para sustituir las horas frío requeridas para la inducción floral y producción del cultivo (Tehranifar y Battey, 1997).

**Cuadro 3.** Producción total mensual de frutos de fresa ‘Camarosa’ en los diferentes sustratos y dosis de AG<sub>3</sub> (mayo 2008-junio 2009)

Sustrato	Producción (frutos por planta)
AC+CA+A	4,19 a
V+CA+A	2,40 b
SM+CA+A	0,71 c
Dosis AG <sub>3</sub> (mg·L <sup>-1</sup> )	
0	2,03 a
10	2,31 a
20	2,46 a
40	2,93 a

V: vermicompost; AC: aserrín de coco; SM: suelo mineral; CA: cáscara de arroz; A: arena. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Tukey (P≤0,05)

Cabe destacar que la producción de fresa en el presente ensayo fue baja comparativamente con la del cultivar Chandler bajo condiciones

climáticas y tratamientos similares (Pérez de Camacaro et al., 2011), lo cual sugiere una menor adaptación de ‘Camarosa’ a este piso climático por requerir mayor horas frío para su producción (Hancock, 1999).

Los resultados de esta investigación muestran una respuesta favorable y consistente en el incremento del crecimiento vegetativo y mayor producción de frutos en los sustratos a base de vermicompost o aserrín de coco. Igualmente, hubo un efecto positivo del regulador de crecimiento sobre las variables vegetativas con el mejor desarrollo para las dosis intermedias de 10 y 20 mg·L<sup>-1</sup> con excepción de la emisión de estolones. Sin embargo, la tendencia para la producción fue de un aumento proporcional a las dosis durante el período evaluado. La variabilidad de respuesta a las diferentes dosis de AG<sub>3</sub> depende del cultivar, especialmente en ‘Camarosa’, el cual es un material de días cortos caracterizado por presentar fases vegetativa y reproductiva bien definidas, separadas en el tiempo (Hancock, 1999).

Las variables de calidad de los frutos durante los años 2008 y 2009 presentaron interacción significativa entre los sustratos y la aplicación de AG<sub>3</sub>, excepto el pH y la acidez total titulable durante el 2009; sin embargo, en general, no presentaron una tendencia definida por efecto de los tratamientos (Cuadros 4 y 5).

**Cuadro 4.** Efecto de los diferentes sustratos y del ácido giberélico sobre propiedades físicas y químicas de los frutos durante el año 2008

Sustrato x dosis de AG <sub>3</sub> (mg·L <sup>-1</sup> )	Masa fresca (g)	Diámetro (mm)		SST (°Brix)
		Polar	Ecuatorial	
(V+CA+A) x 0	8,54 abc	20,63 ab	31,38 abc	7,90 ab
(V+CA+A) x 10	5,60 cd	18,09 b	24,80 bcd	6,64 b
(V+CA+A) x 20	5,12 d	21,90 ab	22,82 d	7,32 ab
(V+CA+A) x 40	7,40 bcd	18,94 ab	25,11 bcd	6,85 ab
(AC+CA+A) x 0	4,30 d	17,26 b	23,73 cd	6,38 b
(AC+CA+A) x 10	9,11 ab	23,59 ab	32,82 ab	8,79 a
(AC+CA+A) x 20	6,38 bcd	25,30 a	27,54 bcd	6,69 ab
(AC+CA+A) x 40	9,13 ab	22,21 ab	30,63 abcd	8,47 ab
(SM+CA+A) x 0	10,99 a	25,55 a	38,08 a	8,13 ab
(SM+CA+A) x 10	6,39 bcd	19,66 ab	31,05 abcd	7,31 ab
(SM+CA+A) x 20	5,79 bcd	23,20 ab	24,80 bcd	7,93 ab
(SM+CA+A) x 40	7,56 bcd	22,66 ab	30,63 abcd	7,70 ab
Probabilidad	P≤0,01	P≤0,01	P≤0,01	P≤0,01

V: vermicompost; AC: aserrín de coco; SM: suelo mineral; CA: cáscara de arroz; A: arena. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Tukey (P≤0,05)

**Cuadro 5.** Efecto de los diferentes sustratos y del ácido giberélico sobre la calidad de los frutos de fresa ‘Camarosa’ durante el año 2009

Sustrato x dosis de AG <sub>3</sub> (mg·L <sup>-1</sup> )	Masa fresca (g)	Diámetro (mm)		pH	SST (°Brix)	ATT	SST/ATT
		Polar	Ecuatorial				
(V+CA+A) x 0	8,25 ab	31,08 ab	22,18 ab	3,49	7,43 a	0,25	30,15 ab
(V+CA+A) x 10	7,72 ab	31,31 ab	20,59 ab	3,49	7,09 ab	0,21	34,31 a
(V+CA+A) x 20	7,40 ab	26,27 b	19,65 ab	3,43	6,91 ab	0,24	29,39 ab
(V+CA+A) x 40	7,80 ab	31,54 ab	22,93 ab	3,45	5,98 ab	0,23	25,99 ab
(AC+CA+A) x 0	7,15 b	30,35 ab	19,95 ab	3,60	5,81 ab	0,24	26,34 ab
(AC+CA+A) x 10	8,53 b	28,40 ab	19,39 ab	3,50	7,36 a	0,23	31,00 ab
(AC+CA+A) x 20	9,59 a	32,40 a	23,92 a	3,42	5,32 b	0,23	23,40 b
(AC+CA+A) x 40	8,53 ab	30,22 ab	21,28 ab	3,43	7,53 a	0,23	33,60 a
Probabilidad	P≤0,05	P≤0,01	P≤0,01	ns	P≤0,05	ns	P≤0,05

V: vermicompost; AC: aserrín de coco; SM: suelo mineral; CA: cáscara de arroz; A: arena; SST: sólidos solubles totales; ATT: acidez total titulable. Letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Tukey (P≤0,05)

La calidad obtenida en los frutos de fresa ‘Camarosa’ puede ser considerada aceptable comercialmente, ya que durante los dos años, los frutos presentaron una masa fresca superior a los 6 g, con diámetros de aproximadamente 25 y 18 mm, lo que corresponde a la categoría Extra y categorías I y II, es decir, frutos considerados comerciales según las especificaciones de la Unión Europea (Pérez y Sanz, 2008). Estos valores son muy superiores a los encontrados por Pérez de Camacaro et al. (2011) para el cultivar Chandler bajo condiciones climáticas similares e iguales dosis de AG<sub>3</sub>. El máximo contenido de sólidos solubles totales alcanzado fue de 8,79 y 7,53 °Brix durante 2008 y 2009, respectivamente, valores que se encuentran dentro del rango considerado adecuado para fresa, ya que valores superiores no afectarían el dulzor durante la maduración (Roudeillac y Trajickovski, 2004; Pérez y Sanz, 2008). Similares valores de SST fueron encontrados por Moccia et al. (2007) en una caracterización al momento de la cosecha del cultivar Camarosa sin ningún tratamiento. Asimismo, Özgüven y Yilmaz (2002), al aplicar tratamientos de 10 a 20 mg·L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> en este mismo cultivar hallaron frutos con masa fresca, SST y acidez aceptables, resultados muy similares a los obtenidos en esta investigación.

## CONCLUSIONES

El mayor crecimiento vegetativo y producción de las plantas cultivar Camarosa se obtuvo en los

sustratos compuestos por vermicompost + arena + cáscara de arroz (1:2:2 v/v) y el que contenía aserrín de coco + arena + cáscara de arroz (2:1:1 v/v).

El crecimiento vegetativo respondió a las aplicaciones de ácido giberélico, siendo las mejores respuestas para la mayoría de las variables a las dosis de 10 y 20 mg·L<sup>-1</sup> AG<sub>3</sub>. La producción de frutos presentó una tendencia a incrementarse en la medida que aumentó la dosis de 0 a 40 mg·L<sup>-1</sup> AG<sub>3</sub>.

Los diferentes sustratos y las aplicaciones del ácido giberélico afectaron el comportamiento de las variables físicas y químicas de la calidad de los frutos, pero sin una tendencia bien definida. Por su parte, la calidad de los frutos se puede considerar comercialmente aceptable.

## AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” por la subvención de esta investigación (Proyecto 002-AG-2007).

## LITERATURA CITADA

1. Bartczack, M., M. Pietrowska y M. Knaflewski. 2007. Effects of substrate on vegetative quality of strawberry plants (*Fragaria x ananassa* Duch.) produced by soilless method. *Folia Horticulturae* 19(2): 39-46.

2. Bracho, J., F. Pierre y A. Quiroz. 2009. Caracterización de componentes de sustratos locales para la producción de plántulas de hortalizas en el estado Lara, Venezuela. *Bioagro* 21(2): 117-124.
3. Darnell, R. 2003. Strawberry growth and development. *In: F. Childers (ed.). The Strawberry. A Book for Growers, Others. Modern Production Techniques.* University of Florida. Gainesville, FL. pp. 3-10.
4. Duarte, O. y R. Hermosa. 1997. Efecto del ácido giberélico y el desbotonado en el estoloneo de la fresa (*Fragaria x ananassa*) cv. Chandler. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 41: 110-112.
5. FAP (Formación Agraria y Pesquera). 2007. Fresas. Ensayo de variedades y fecha de plantación. Ensayo de aplicación de ácido giberélico. Junta de Andalucía Consejería de Agricultura y Pesca. Huelva, España. 51 p.
6. Hancock, J. 1999. Strawberries. CABI Publishing. London. 237 p.
7. Iglesias, D.J. y M. Talón. 2008. Giberelinas. *In: J. Azcón-Bieto y M. Talón (eds.). Fundamentos de Fisiología Vegetal.* McGraw-Hill Interamericana. Madrid. pp. 399-420.
8. López, L., R. Cárdenas, P. Lobit, O. Martínez y O. Escalante. 2005. Selección de un sustrato para el crecimiento de fresa en hidroponía. *Revista Fitotecnia Mexicana* 28(2): 171-174.
9. Moccia, S., E. Mónaco, A. Oberti y A. Chiesa. 2007. Evaluación comparativa de índices de calidad a cosecha en seis variedades de frutilla. (*Fragaria x ananassa*, Duch). V Congreso Iberoamericano de Tecnología Poscosecha y Agroexportaciones. Cartagena-España. pp. 432- 441.
10. Özgüven, A. y C. Yilmaz. 2002. The effect of gibberellic acid treatments on the yield and fruit quality of strawberry (*Fragaria x ananassa*) cv. Camarosa. *Acta Horticulturae* 567: 277- 279.
11. Paroussi, G., D. G. Voyiatzis, E. Paroussis, y P.D. Drogoudi. 2002. Effect of GA<sub>3</sub> and photoperiod regime on growth and flowering in strawberry. *Acta Horticulturae* 567: 273-276.
12. Pérez, A. G. y C. Sanz. 2008. Técnicas de poscosecha, manejo, almacenamiento y transporte de frutos. *In: La Fresa de Huelva.* Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Huelva, España. pp. 223- 247.
13. Pérez de Camacaro, M., N. Mogollón, M. Ojeda y A. Giménez. 2009. The effect of gibberellic acid on the growth and flowering of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) 'Chandler' vitroplants. *Acta Horticulturae* 842: 793-796.
14. Pérez de Camacaro, M., N. Mogollón, M. Ojeda y A. Giménez. 2011. Producción y calidad de frutas provenientes de vitroplantas de fresa cultivar Chandler tratadas con ácido giberélico. *J. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 54: 91-94.
15. Pire, R. y A. Pereira. 2003. Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. Propuesta metodológica. *Bioagro* 15(1): 55-64.
16. Roldán, M. y J.M. Martínez. 2008. Floración y su control ambiental. *In: J. Azcón-Bieto y M. Talón (eds.). Fundamentos de Fisiología Vegetal.* McGraw-Hill Interamericana. Madrid. pp. 499-517.
17. Roudeillac, P. y K. Trajickovski. 2004. Breeding for fruit quality and nutrition in strawberries. *Acta Horticulturae* 649: 55-59.
18. Sharma, R. y R. Singh. 2009. GA<sub>3</sub> influences incidence of fruit malformation, berry yield and fruit quality in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch). *Acta Horticulturae* 842: 737-740.
19. Tehranifar, A. y N.H. Battey. 1997. Comparison of the effects of AG<sub>3</sub> and chilling on vegetative vigor and fruit set in strawberry. *Acta Horticulturae* 439: 627- 631.