

RESPUESTA DE LA FRAMBUESA ROJA (*Rubus idaeus* L.) 'HERITAGE' A ASPERSIONES DE ACIDO GIBERELICO EN INVERNADERO

Guillermo Calderón Zavala y Jorge Rodríguez Alcázar¹

RESUMEN

Con objeto de evaluar el efecto de dos épocas de aplicación y siete combinaciones de concentración y fraccionamiento de dosis del ácido giberélico (AG₃) sobre el crecimiento y producción de frambuesa 'Heritage', en 1989 se estableció un experimento, bajo condiciones de invernadero, en Chapingo, Méx. Los resultados indicaron que la floración se adelantó alrededor de 20 días al hacer una aplicación de AG₃ a 50 ppm cuando las plantas de 'Heritage' tenían una altura promedio de 33 cm y 12.4 nudos totales. La producción de fruto por caña aumentó en 37.4% con esa misma aplicación sin llegar a ser estadísticamente significativo. El AG₃ tampoco modificó significativamente la altura ni el número de nudos por planta.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Fenología, época de floración, crecimiento, producción, fitorreguladores.

SUMMARY

The purpose of this research was to evaluate the effect of seven combinations of rates and application frequencies of gibberelic acid (GA₃), applied to red raspberry cv. 'Heritage' at different dates under greenhouse conditions, at Chapingo, Méx. Results indicated that a single application of 50 ppm of GA₃ accelerated the blossom date by up to 20 days in relation to the control, when plants were 33 cm high and had 12.4 nodes. Yield was increased by 37.4% with that single application; this increase, however, was not statistically significant. GA₃ sprays did not significantly affect plant height or node number.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Phenology, blossom date, growth, yield, plant regulators.

INTRODUCCION

La frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.) se cultiva ampliamente en algunos países de Europa y Norteamérica. En México, tanto su fruto como su cultivo son prácticamente desconocidos debido a que se creyó por mucho tiempo que no se adaptaría a las condiciones climáticas del país. Sin embargo, después de la introducción de algunos materiales en 1974, procedentes de Europa y Norteamérica, al área de Chapingo, Méx., investigaciones efectuadas en el Colegio de Postgraduados demostraron que los cultivares 'Malling Exploit', 'Citadel' y 'Heritage' presentaban buena adaptación a las condiciones de esa región (Rodríguez, 1977-1978).

Por lo anterior y debido a algunas ventajas que puede representar el cultivo de la frambuesa roja en México, entre las cuales está la buena perspectiva de exportación aprovechando la época de cosecha y la cercanía a uno de los principales mercados potencialmente consumidores (Norteamérica), resulta necesario el estudio de los factores, tanto del ambiente como de manejo, que influyen en tres aspectos importantes de la producción agrícola: oportunidad, cantidad y calidad. Precisamente, la manipulación del crecimiento de las plantas con reguladores químicos

¹ Investigador Auxiliar Adjunto y Profesor Investigador, respectivamente. Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados, C.P. 56230. Chapingo, Méx.

sintéticos constituye el siguiente nivel de tecnología dentro de la agricultura.

La productividad de las cañas de frambuesa roja está muy relacionada con el diámetro y la longitud de las mismas dado que determinan el vigor de las plantas (Lott, 1931; Waldo, 1933; Crandall *et al.*, 1974). Por su parte, Rodríguez (1978) indica que la producción por caña depende del número de laterales con flor y del número de flores por lateral.

Waldo (1933), Slate y Waldo (1940) y Williams (1959), entre otros, observaron una tendencia a formar yemas fructificantes primero, y más rápido, en la parte terminal de las cañas de frambuesas productoras de otoño. A este respecto, Crandall y Chamberlain (1972) encontraron, al trabajar con reguladores de crecimiento, además de otros factores como irrigación y poda, que las prácticas culturales pueden afectar el tiempo en el cual ocurre la iniciación floral en frambuesa, así como su grado de desarrollo.

Los efectos de las giberelinas sobre frambuesa varían con el cultivar. Por ejemplo, Mage (1976), quien trabajó con 'Norma', y García (1979) y Almaguer (1982) en sus estudios con el cv. 'Citadel', encontraron un adelanto de la floración mediante la aplicación de ácido giberélico (AG_3). Estos últimos autores encontraron, además, que se incrementa el número de flores y la elongación del ápice floral. Por su parte, Redalen (1981) indica que en la selección de frambuesa II-2 LGP la aspersión de AG_3 aumentó el número de frutos por inflorescencia así como el amarre del fruto.

La aplicación de Gibrescol ($AG_1 + AG_2$) en dosis de 50 ppm sobre laterales fructifi-

cantes de 'Malling Promise' y 'Latham', provocó un buen desarrollo y una mayor producción por lateral (Rebandel y Przysiecka, 1981). Por su parte, Aguilar (1989) encontró una menor floración en plantas de 'Heritage' al aplicar AG_3 , no obstante, hubo brotación floral en las plantas tratadas y menciona que el AG_3 inicialmente acelera la floración en yemas diferenciadas pero inhibe la diferenciación en las demás. Por su parte, Vasilakakis *et al.* (1979) señalan que la inducción floral en 'Heritage' ocurre cuando existen altos niveles de sustancias giberélicas, aunque no concluyen si ese nivel es la causa o el efecto de la inducción floral.

En este trabajo se estudió el efecto de la dosis, número y época de aplicación de AG_3 sobre la época y cantidad de floración, crecimiento y producción en otoño de frambuesa 'Heritage' bajo condiciones de invernadero.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en 1989 y se estableció en el invernadero del Campo Experimental del Colegio de Postgraduados en Chapingo, Méx. El diseño de tratamientos fue un factorial completo 2×7 , arreglado en un diseño experimental de bloques al azar con 5 repeticiones, cada bloque con las 14 combinaciones de tratamientos; la unidad experimental fue de 3 plantas del cv. 'Heritage', crecidas y cultivadas en macetas a partir de marzo de 1989.

Los factores empleados en el diseño de tratamientos fueron fecha y aplicación de AG_3 . El factor "fecha" se refiere al momento cronológico de inicio de tratamiento con el regulador de crecimiento y fueron dos: Fecha 1 (F1) = 18 de mayo de 1989; y

Fecha 2 (F2) = 18 de junio de 1989 (un mes después de F1).

El factor "aplicación de AG₃" se refiere al tratamiento con AG₃ en dosis de 50 y 100 ppm distribuidas y fraccionadas en diverso número de aplicaciones, quedando finalmente los tratamientos (en cada fecha) como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos de ácido giberélico aplicados a frambuesa roja 'Heritage'.

Número de tratamiento	Aplicación de AG ₃
1	0 ppm de AG ₃ (Testigo).
2	50 ppm de AG ₃ en una aplicación.
3	Dos aplicaciones decenales de 25 ppm de AG ₃ .
4	100 ppm de AG ₃ en una aplicación.
5	Dos aplicaciones decenales de 50 ppm de AG ₃ .
6	Cuatro aplicaciones decenales de AG ₃ a 25 ppm.
7	Cinco aplicaciones de AG ₃ a 20 ppm cada una a intervalos de 10 días.

Las variables que se registraron fueron:

1.- Días a inicio de floración.- Contados desde la brotación de las plantas hasta la aparición de los primeros botones florales.

2.- Producción por caña.- Obtenida de dividir la producción de fruto (g) de las cañas de cada repetición, entre el número de plantas.

3.- Número de flores por planta.- Contabilizando, a la vez, el total de flores y frutos ya formados por planta.

4.- Número de flores por lateral.- Obtenida de dividir el número de flores por planta entre el número de laterales con flor.

5.- Altura de planta.- Medida cuando las plantas estaban en producción (cm).

6.- Número total de nudos por planta en la etapa productiva.

7.- Distribución de la cosecha por caña.- Para observar el comportamiento de la producción por caña en el período de cosecha y su distribución en el tiempo, se registró la cantidad de fruto producido en las diferentes fechas de corte.

La información se procesó con el paquete estadístico SAS aplicando la prueba de comparación de medias de Tukey (DMSH = 0.05) en las variables que mostraron diferencia significativa. Además, se hicieron análisis de correlación entre variables y se contrastaron los efectos producidos por fraccionar o no las aplicaciones de AG₃.

RESULTADOS Y DISCUSION

Días a inicio de floración

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para ambos factores estudiados, no así para su interacción. La Figura 1 muestra el comportamiento del período a inicio de floración por efecto de los tratamientos con AG₃ y de su fecha de inicio, observándose que la floración de 'Heritage' se adelanta significativamente cuando los tratamientos con el regulador se inician al ser más jóvenes las plantas; es

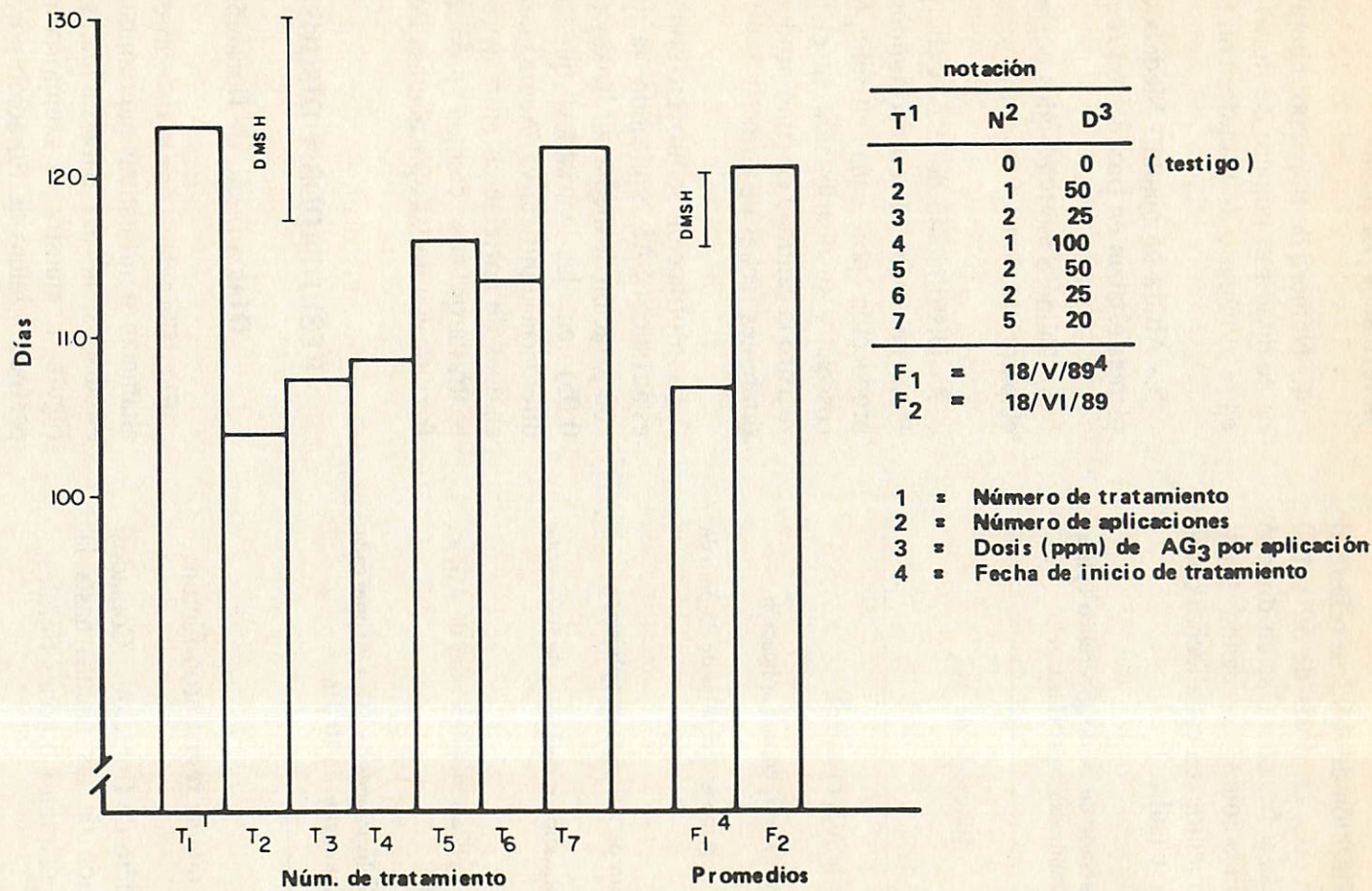


Figura 1. Días a inicio de floración del cv. 'Heritage' de frambuesa roja condiferentes tratamientos de ácido giberélico (AG₃) iniciados en dos fechas distintas.

decir, en la fecha 1 (18/V/89) que corresponden a cuando tenían una altura promedio de 33 cm, con un promedio de 12.4 nudos. También se aprecia que la floración es más temprana cuando se hacen aplicaciones de AG₃, resultando significativamente superior al testigo la aplicación de 50 ppm en una aspersión (T2), o bien fraccionada en dos aplicaciones de 25 ppm (T3), así como la aplicación de una sola vez de 100 ppm (T4). Obviamente, T2 es más ventajoso puesto que adelanta más la floración y es más económico (por ser la menor dosis y por reducir costos de mano de obra por aplicación) además de que la prueba de contrastes fue significativamente favorable para ese tratamiento. Estos resultados confirman lo encontrado por Mage (1976), García (1979), Almaguer (1982) y Aguilar (1989).

El adelanto del inicio de floración de casi 20 días sobre las plantas no tratadas indica la posibilidad de manejar la época de floración con lo cual es posible regular el período de cosecha en 'Heritage'. Posiblemente, ese adelanto de la floración causado por el AG₃, se deba a una aceleración del proceso de formación de flores ya que la inducción floral se ha observado en este cultivar cuando existen altos niveles de giberelinas (Vasilakakis *et al.*, 1979), o como lo mencionan Crandall y Chamberlain (1972), que algunas prácticas culturales, incluida la aplicación de AG₃, afectan el tiempo en que ocurre la iniciación floral y el desarrollo en frambuesa.

Por otra parte, la aparición de los primeros botones florales ocurrió en la parte apical de las cañas, como producto de una diferenciación floral más temprana, lo cual coincide con lo encontrado por Waldo (1933), Slate y Waldo (1940) y Williams (1959).

Es posible que el mecanismo del proceso de formación floral esté supeditado a la fenología de la planta de 'Heritage' y que la diferenciación y brotación de los primeros botones florales sea producto del final o inicio de una etapa fenológica, como podría ser el alcanzar determinada altura, según indica Ourecky (citado por Aguilar, 1989), o el completar determinada cantidad de nudos (Aguilar, 1989). Estas consideraciones son consistentes con la correlación significativa y positiva de los días a inicio de floración con altura y número de nudos finales por planta ($r = 0.25^*$ y $r = 0.26^*$, respectivamente). Los coeficientes de Pearson indican las correlaciones de los promedios que involucran fecha de aplicación y dosis de AG₃.

Floración y producción

El Cuadro 2 muestra el comportamiento de la producción por caña y de la floración (tanto por planta como por lateral). Se puede apreciar la ventaja general de T2 (50 ppm de AG₃ en una aplicación) en F1 (18/V/89) que supera estadísticamente a cerca de la mitad de las combinaciones estudiadas, principalmente a aquéllas donde el tratamiento con AG₃ fue más fraccionado; no obstante, T2 no difirió significativamente de los testigos aun cuando la producción, la floración por planta y la floración por lateral se incrementaron en 37, 52 y 32%, respectivamente, los cuales pueden ser importantes en la práctica. El comportamiento similar de las tres variables debe ser producto del alto grado de asociación entre ellas, ya que la producción por planta presenta correlación positiva altamente significativa con la floración por planta y por lateral ($r = 0.95^{**}$ y $r = 0.86^{**}$, respectivamente); esto concuerda con Rodríguez (1978) y reafirma lo encontrado por García (1979) y Almaguer (1982). Los resultados en flores por lateral

Cuadro 2. Efecto de tratamientos con AG₃ en combinación con época de aplicación sobre la producción por caña, la cantidad de floración por planta y el número de flores por lateral fructificante en frambuesa 'Heritage'.

T ¹	Combinación (tratamientos)		Epoca ⁴	Producción por caña (g)	Flores por planta	Flores por lateral
	N ²	D ³				
1	0	0	F1	160 abc ⁵	77.2 abc ⁵	5.3 abc ⁵
2	1	50	F1	219 a	117.6 a	7.3 a
3	2	25	F1	153 abc	80.8 abc	6.5 ab
4	1	100	F1	176 abc	89.2 abc	6.6 ab
5	2	50	F1	190 a	98.0 ab	6.6 ab
6	4	25	F1	78 c	44.2 c	3.7 c
7	5	20	F1	93 bc	50.1 bc	3.8 c
1	0	0	F2	144 abc	76.5 abc	5.5 abc
2	1	50	F2	95 bc	54.7 bc	4.9 abc
3	2	25	F2	79 c	43.5 c	3.8 c
4	1	100	F2	115 bc	52.5 bc	4.3 bc
5	2	50	F2	117 abc	62.8 bc	4.8 abc
6	4	25	F2	89 bc	52.2 bc	4.1 bc
7	5	20	F2	78 c	43.6 c	3.8 c

¹ Número de tratamiento con AG₃; ² Número de aplicaciones a intervalos de 10 días cada una;

³ Dosis en ppm de AG₃; ⁴ Fecha de inicio de tratamiento: F1 = 18/V/89; F2 = 18/VI/89.

⁵ Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (DMSH, $\alpha = 0.05$).

concuerdan con lo encontrado por Rebandel y Przysiecka (1981), respecto a que la aplicación de giberelinas aumenta esta variable productiva.

Por otro lado, los resultados de floración difieren, en general, de lo encontrado por Aguilar (1989) en el sentido de que el AG₃ inhibe la inducción floral en las yemas no diferenciadas, dado que algunos tratamientos con AG₃, en la fecha 1, lograron superar a los testigos en la cantidad de flores totales y por lateral. Sin embargo, en los tratamientos donde se fraccionó más la aplicación del regulador de crecimiento, la floración fue hasta en 43% inferior a la observada en los testigos, lo que indica que así el AG₃ puede

inhibir la diferenciación de flores pero por inflorescencia.

Altura y número de nudos

En el Cuadro 3 se aprecia un comportamiento muy similar de los tratamientos para las variables altura de planta y número de nudos, que corrobora la alta correlación positiva entre ambas variables ($r = 0.81^{**}$). Se observa claramente cómo los tratamientos donde hubo mayor fraccionamiento de la dosis de 100 ppm de AG₃ (T6 y T7) lograron los mayores valores, superando estadísticamente a los tratamientos 2 y 3 que fueron los que obtuvieron los valores mayores en las variables involucradas más directamente con la producción de fruto.

Cuadro 3. Efecto de la aplicación de AG₃ sobre la altura y número de nudos por planta en frambuesa 'Heritage'.

T ¹	Tratamiento		Altura (cm)	Nudos (No.)	Número de nudos/m
	N ²	D ³			
7	5	20	142 a ⁴	41.9 a	29.46 b
6	4	25	141 a	40.6 ab	28.79 b
5	2	50	132 ab	42.1 a	31.84 ab
1	0	0 (testigo)	130 abc	43.2 a	33.34 ab
4	1	100	119 bc	39.4 abc	32.98 ab
2	1	50	113 cd	37.8 bc	33.37 ab
3	2	25	101 d	35.8 c	35.40 a
DMSH			18	4.1	4.85

¹ Número de tratamiento; ² Número de aplicaciones c/10 días; ³ Concentración en ppm de AG₃;

⁴ Medias con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Lo anterior probablemente sea efecto de la aplicación del AG₃, que ocasiona la elongación de las plantas (en algunos tratamientos) y aumenta el número de nudos, pero no por ello logra aumentar, en la misma medida, la productividad, dado que se pueden presentar fenómenos de competencia nutrimental entre el crecimiento vegetativo (altura y nudos) y el crecimiento reproductivo (floración y fructificación). Obviamente, el lograr una u otra cosa en las plantas de 'Heritage' dependerá de factores ambientales (como fotoperíodo y temperatura) y prácticas culturales; por ejemplo, con base en los resultados obtenidos en este estudio, de la aplicación de AG₃, de la concentración empleada y de la forma en que se asperje.

Los resultados expuestos para el carácter número de nudos muestran cómo las plantas no tratadas llegan a presentar un mayor número de nudos finales, lo cual indica que el AG₃ no favorece el aumento del número de nudos por caña, pues incluso se observan

tratamientos con AG₃ estadística y significativamente inferiores. Sin embargo, una sola aplicación de AG₃ con 50 ppm incrementa significativamente el número de nudos por metro de caña respecto a cuando se asperjan 100 ppm fraccionadas en 4 ó 5 aplicaciones (T6 y T7 respectivamente, Cuadro 3). Esto, y el hecho de que las plantas que alcanzan una altura final relativamente pequeña (T2 y T3), y por lo tanto, un crecimiento en altura diaria más reducido, así como un menor número de nudos, sean las que logran una floración más precoz, una cantidad de floración y una producción por caña mayores, indican que esas plantas son más eficientes por unidad de crecimiento. Esta respuesta es similar a la indicada por Lockshin y Elfuing (1981), quienes al combinar altos niveles de nitrógeno con altas temperaturas en el cv. 'Heritage', encontraron que se promueve una floración más temprana y profusa obteniendo más flores por unidad de crecimiento.

Distribución de la cosecha por caña

Como se puede observar en la Figura 2, el tratamiento 2 en la F1 inicia el período de recolección de frutos en una fecha más temprana que la mayoría de los tratamientos, logrando además el más alto valor en la primera fecha de cosecha que los tratamientos 3 y 4 también de F1. Sin embargo, alcanza su pico de producción el 1/Sept/89, al igual que la mayoría de los tratamientos.

En forma general, se aprecia una distribución de la cosecha muy desuniforme entre los tratamientos, lo cual se atribuye a la aplicación de AG₃, que influyó desde el momento en que modifica la fecha del inicio de la floración en frambuesa 'Heritage'.

Las condiciones bajo las cuales se llevó a efecto el presente estudio (en invernadero) y la aspersión de giberelinas, afectaron la época de cosecha ya que la última fecha de recolección fue el 29 de septiembre mientras que Rodríguez y Avitia (1984) señalan que las plantas de frambuesa denominadas "productoras del otoño", dentro de las cuales se considera al cv. 'Heritage', producen su cosecha otoñal de octubre a noviembre bajo condiciones normales en Chapingo, Méx.

CONCLUSIONES

La aplicación de AG₃ a 50 ppm en una sola aspersión cuando las plantas de 'Heritage' tienen una altura media de 33 cm y un promedio de 12.4 nudos (F1: 18/V/89), permitió el adelanto de la floración en casi 20 días, y, por lo tanto, de la época de cosecha. Además, aumentó el número de flores por planta y por lateral así como la producción por caña, incrementando ésta en 37.4%; no obstante, no hubo diferencias significativas con los testigos.

Por otra parte, la aplicación de AG₃ en 'Heritage' no favoreció significativamente la altura y el número de nudos por planta y se observó que estas variables correlacionaron significativa y positivamente con los días a inicio de floración. Asimismo, el fraccionamiento de las dosis de AG₃ en un mayor número de aplicaciones tuvo efectos negativos sobre las variables más importantes desde el punto de vista productivo.

Es posible cultivar frambuesa 'Heritage' bajo condiciones de invernadero con lo cual se demuestra que este cultivar no requiere de frío para la producción en la parte terminal de la caña y, por lo tanto, su explotación puede ser factible en lugares con clima subtropical o tropical.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilar Z., A. 1989. Efecto de la vernalización, AG₃ y poda sobre el desarrollo de frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.) cv. Heritage. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 104 p.
- Almaguer V., G. 1982. Efecto de la interacción del AG₃ y urea en la elongación apical y productividad en frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.) cv. Citadel. Tesis de Licenciatura. UACH. Chapingo, Méx. 62 p.
- Crandall P. C. and J. D. Chamberlain. 1972. Effect of water stress, cane size and growth regulators on floral primordial development in red raspberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 418-419.
- _____, _____, and K. A. Biderbost. 1974. Cane characteristics associated with berry number of red raspberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 370-372.
- García R., P. L. 1979. Efecto de las aplicaciones de AG₃ sobre frambuesa roja productora de otoño (*Rubus idaeus* L.). Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Méx. 68 p.

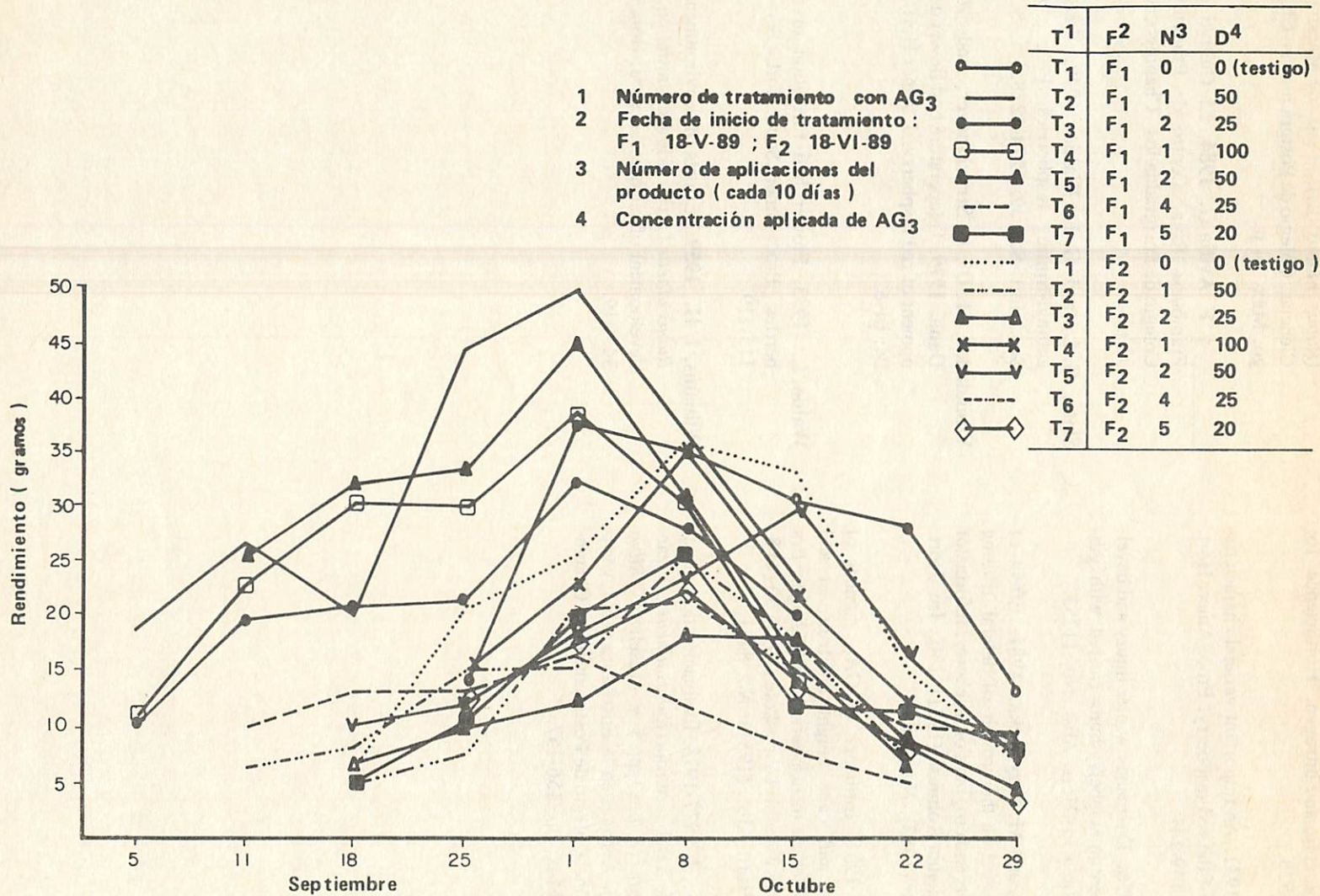


Figura 2. Comportamiento de la producción por caña durante el período de cosecha por efecto de diferentes tratamientos con AG₃ en fechas distintas en frambuesa Heritage

- Lockshin L. S. and D. C. Elfuig. 1981. Flowering response of 'Heritage' red raspberry to temperature and nitrogen. HortScience 16: 527-528.
- Lott R., V. 1931. An important varietal characteristics of the red raspberry. Proc. Amer. Hort. Sci. 139-141.
- Mage, F. 1976. Dormancy winter injury and development in raspberry buds treated with gibberelic acid. Hort. Abst. No. 11253.
- Rebandel, Z. and M. Przysiecka. 1981. Effect of gibrescol on the growth of lateral fruiting shoots and cropping of raspberry. Informator Academia Rolnicza (1981) 130. In: Hort. Abst. (1983). No. 3985.
- Redalen, G. 1981. Influence of GA₃, number of canes and cane height on fruit set and drupelet set in raspberries. Meldinger Fra Norges Landbrukshogskole (1981) 60 (4) 8. In: Hort. Abst. (1981). No. 8421.
- Rodríguez A., J. 1977-1978. Evaluación de cultivares de frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.), zarzamora (*Rubus* spp.) y grosellero (*Ribes* spp.). Avances en la Enseñanza y la Investigación. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. pp. 156-157.
- _____. 1978. Efecto de la intensidad de poda y densidad de población en frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 54 p.
- _____. y E. Avitia G. 1984. El Cultivo de la Frambuesa Roja. Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 33 p.
- Slate, G. L. and G. F. Waldo. 1940. Breeding autumn-fruiting raspberries. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 39: 1274-1278.
- Vasilakakis, M. D., E. Struckmeyer, and M. N. Dana. 1979. Temperature bud flower development of red raspberry. J. Amer Hort. Sci. 04: 61-62.
- Waldo, L. 1933. Flower bud formation in raspberries. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 45: 115-119.
- Williams, I. H. 1959. Effects of environment of *Rubus idaeus* L. IV. Flower initiation and development of inflorescence. J. Hort. Sci. 34: 219.