

EL CULTIVO DEL ARÁNDANO EN EL SO DE ESPAÑA: ALGUNOS FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR A LA PRODUCCIÓN

R. PARRA, Z. DÍAZ LIFANTE & B. VALDÉS

Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Biología.

Apdo. de correos 1095, E-41080 Sevilla. e-mail: parra@us.es

(Recibido el 28 de Enero de 2005)

Resumen. Se ha estudiado la influencia que pueden tener diversos factores (edad de las plantas, sustrato sobre el que se desarrollan, así como número y peso de los frutos que producen las plantas y cantidad de azúcar que éstos acumulan) sobre la producción de 38 plantas de arándano de origen híbrido procedentes de Estados Unidos, obtenidas por polinización libre entre variedades comerciales pertenecientes a los grupos highbush y rabbiteye, cultivadas en el SO de España. Los resultados del estudio confirman que la mayoría de los factores analizados tienen influencia sobre la producción, sobre todo el tamaño de las plantas y el pH del suelo en el que se desarrollan.

Summary. A study has been done on the influence that some factors (age of plant, substrate where they grow, number and weight of the fruits and sugar they accumulate), may have on the production of 38 blueberry plants of hybrid origin produced in USA by free pollination between commercial highbush and rabbiteye cultivars, growing in SW Spain. This study proves that most analysed factors influence production, particularly plant size and soil pH.

INTRODUCCIÓN

La utilización de los frutos ha sido y es la causa de que el hombre haya seleccionado y cultivado un gran número de plantas desde hace miles de años (PÉREZ GARCÍA & MARTÍNEZ-LABORDE, 1994). Como paso previo a la selección de un cultivar, resulta de extrema importancia la evaluación de su potencialidad de producción para un área determinada, que permita desarrollar técnicas de cultivo adecuadas que conduzcan a un aumento de la productividad (MONTERO, 1993).

Los frutos de arándano han sido recolectados de las poblaciones silvestres de distintas especies de *Vaccinium* y han supuesto una importante contribución a la dieta de las comunidades humanas del hemisferio norte durante miles de años (BALLINGTON, 2001). Posteriormente, y debido al aumento de la demanda de frutos, se seleccionaron varias especies que comenzaron a ser cultivadas y explotadas comercialmente, consiguiéndose gradualmente una mejora de la productividad.

Según GALLETTA & BALLINGTON (1996), la productividad de una planta de arándano está determinada principalmente por el tamaño de la planta, así como por el número de frutos que produce. Además, consideran de gran importancia el sustrato sobre el que se desarrolla dicha planta. Los arándanos requieren un pH de suelo de alrededor de 4.5, ya que suelos más básicos ocasionarían deficiencias en nutrientes, en especial de hierro, con el consiguiente efecto sobre la cosecha.

Aparte de la cantidad de frutos que producen, también es importante considerar su sabor, determinado principalmente por el contenido en azúcar. Frutos con poco dulzor presentan problemas de comercialización (GALLETTA & BALLINGTON, 1996). Además, distintos autores (BALLINGER & KUSHMAN, 1970; GALLETTA & BALLINGTON, 1996) han encontrado que relaciones altas entre la concentración de azúcar y la acidez de los frutos son importantes a la hora de mantener la calidad de los frutos almacenados, ya que ayudan a prevenir la entrada de algunos patógenos (MAKUS & MORRIS, 1993).

El objetivo de este estudio ha sido comprobar si el sustrato y la edad de las plantas influyen en la producción de las mismas, así como si hay otros factores que determinen la cantidad y calidad de esa producción.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material

Se han estudiado un total de 38 plantas seleccionadas a partir de una progenie híbrida de cerca de 2500 plantas resultantes de la siembra de semillas obtenidas en los campos experimentales del vivero "Finch Nursery" de Baley, Carolina del Norte, Estados Unidos, por polinización abierta entre variedades comerciales pertenecientes a los grupos highbush y rabbiteye. Las plantas se han cultivado en los campos experimentales de la finca "El Cebollar" de la Dirección General de Investigación Agraria de la Junta de Andalucía, situada en el término municipal de Moguer (provincia de Huelva). Los estudios de producción de dichas plantas se llevaron a cabo durante tres años consecutivos (1997, 1998 y 1999). Durante el primer año (1997) las plantas contaban con cuatro años de edad, pero se encontraban en un campo experimental donde el pH del suelo era demasiado básico (superior a 8.0). En el segundo año de estudio (1998), las plantas fueron estaquilladas y transplantadas cuando contaban dos años de edad a un nuevo campo experimental dentro de la misma finca donde el pH del suelo era el idóneo para el desarrollo de este cultivo (alrededor de 4.5). Durante el último año (1999), las plantas contaban con tres años de edad y se encontraban en un pH de suelo óptimo.

Método de muestreo

Para llevar a cabo los estudios de producción se marcaron en cada una de las plantas seleccionadas tres ramas a distintas alturas (parte superior: rama 1, parte media: rama 2 y parte inferior: rama 3), de manera que las observaciones estuvieran distribuidas de forma homogénea por la planta (MAHORO, 2002). Las ramas fueron marcadas antes de la aparición de las yemas florales (GUTIÁN & al., 1992). En cada año de estudio y en cada una de las ramas marcadas se contabilizó el número de cimas florales que presentaban, anotándose en cada una de estas cimas el número de flores que alcanzaban la antesis, así como cuántas de ellas llegaban a producir fruto maduro. Los censos se realizaron semanalmente, desde diciembre hasta julio.

Además, en cada año de estudio se contabilizó el número de ramas totales de cada una de las plantas marcadas, y de cada una de ellas se recolectaron muestras de 10 frutos maduros escogidos al azar de entre todos los que producía la planta seleccionada durante los tres años de estudio. Cada uno de esos frutos fue pesado individualmente con el fin de obtener el peso medio del fruto en gramos (PFR) de cada una de las plantas marcadas en cada uno de los años de estudio. Una vez pesados, de cada uno de esos mismos frutos se midió el contenido de azúcar del jugo y se obtuvo mediante un refractómetro la media de concentración de azúcar de los frutos (CAFR) expresada en °Brix de cada una de las plantas marcadas en los años 1998 y 1999.

A partir de los datos recogidos, para los tres años de estudio se ha estimado la producción total de flores (NUMFLPLAN) y de frutos (NUMFRPLAN) en cada una de las plantas seleccionadas a partir de la producción media de flores y de frutos de una rama, multiplicada por el número de ramas de cada planta. Posteriormente, y a partir del número de frutos totales producidos por la planta y del peso medio del fruto de esa planta, se ha estimado la producción total en gramos (PRODPLGR) de cada planta de estudio (GALETTA & BALLINGTON, 1996). Para este último parámetro, así como para el peso medio y la concentración media de azúcar en el fruto, se han elaborado gráficos que muestran de forma clara la evolución de cada uno de ellos para cada una de las plantas en los distintos años de estudio.

Análisis Estadístico

Se han realizado análisis de la varianza para contrastar la posible existencia de diferencias significativas entre los años de estudio para las variables número de frutos por planta (NUMFRPLAN), producción total en gramos por planta (PRODPLGR), peso medio del fruto (PFR) y concentración media de azúcar

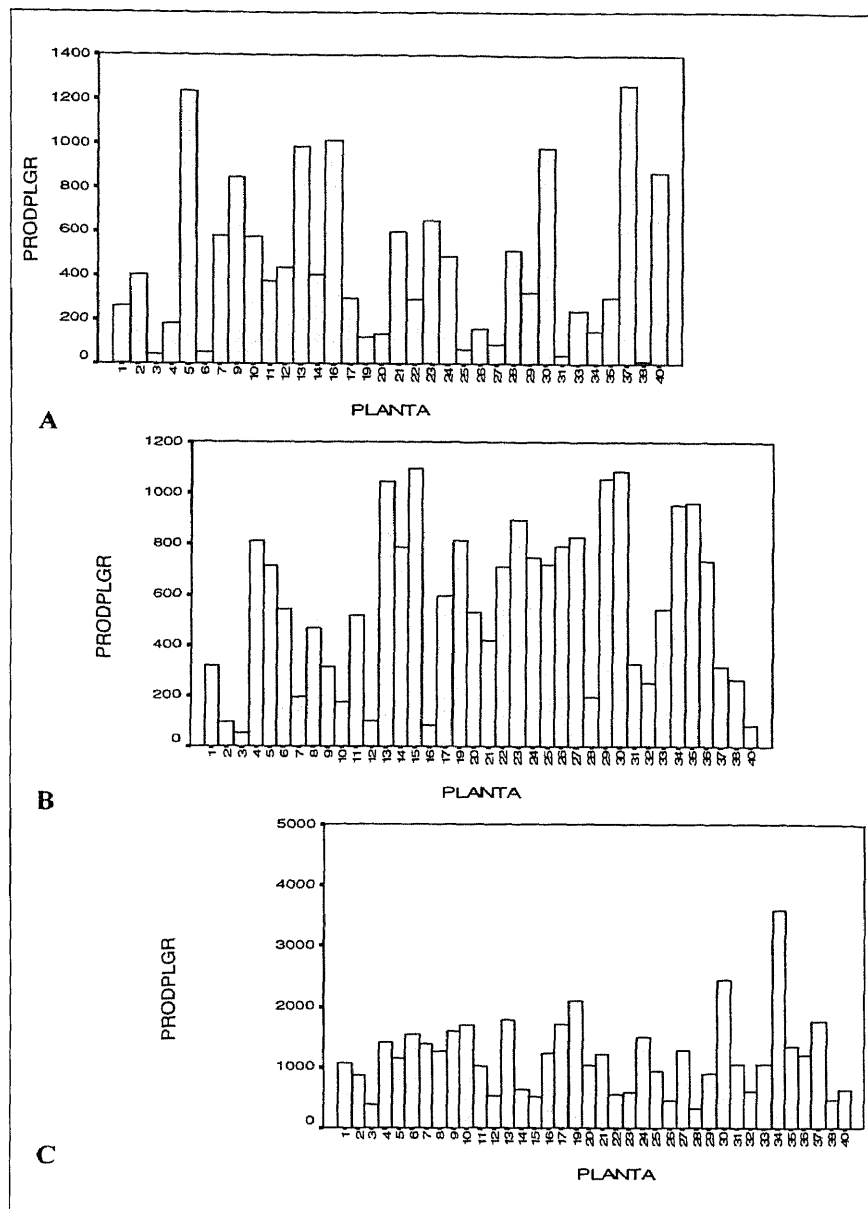


Fig. 1. Producción media en gramos (PRODPLGR) de cada una de las plantas seleccionadas en los tres años de estudio. A: 1997, B: 1998 y C: 1999.

en el fruto (CAFR). Las comparaciones se han realizado mediante el test de Kruskal-Wallis en aquellas variables que no eran normales.

También se han llevado a cabo análisis de correlación de Pearson entre la producción en gramos por planta (PRODPLGR) y el peso medio del fruto (PFR) y número de frutos por planta (NUMFRPLAN), a fin de estudiar la posible relación entre ellas y determinar de esta forma qué factores son los que van a definir en mayor medida la producción en gramos de una planta. Además, se ha estudiado la existencia de correlación entre el peso medio del fruto (PFR) y el número de frutos por planta (NUMFRPLAN), para conocer si el peso del fruto varía en función del número de frutos que produce la planta. Por último, se ha estudiado la posible correlación entre la concentración media de azúcar en el fruto (CAFR) y el peso medio del fruto (PFR) y el número de frutos por planta (NUMFRPLAN). Las variables número de frutos por planta (NUMFRPLAN) y producción en gramos por planta (PRODPLGR) han sido transformadas mediante logaritmos para conseguir que fueran normales y poder aplicar el coeficiente de correlación de Pearson. Para llevar a cabo todas estas correlaciones se han utilizado los datos de las plantas en el último año de estudio (1999), momento en el que se encontraban en las mejores condiciones de desarrollo y sustrato.

Todos estos análisis se han realizado utilizando los paquetes estadísticos *SPSS*® for Windows versión 11.0.1 (SPSS Inc., 1989-2001) y para algunos gráficos *STATISTICA*® (StatSoft, 1999) por su mejor calidad.

RESULTADOS

En la Fig. 1 se muestra la estimación de la producción en gramos por planta (PRODPLGR) de cada una de las plantas seleccionadas en cada uno de los años de estudio. En el año 1997 (Fig. 1A) se observan grandes variaciones entre las distintas plantas seleccionadas, con un valor medio de producción para el conjunto de las plantas seleccionadas de 440,9 g. En el año 1998 (Fig. 1B), este parámetro sigue mostrando grandes variaciones entre las distintas plantas seleccionadas, aunque se observa que en general los valores son más altos para la mayoría de las plantas, incluso para las que destacan por presentar valores mínimos. El valor medio de producción en gramos por planta para el conjunto de las plantas seleccionadas es de 555,9 g.

En el año 1999 (Fig. 1C) se observa que las variaciones de producción entre las diferentes plantas seleccionadas son menos acentuadas. En general, la mayoría de las plantas presentan valores bastante más altos que en los dos años anteriores, presentando el conjunto de las plantas seleccionadas una media de 1231,2 g.

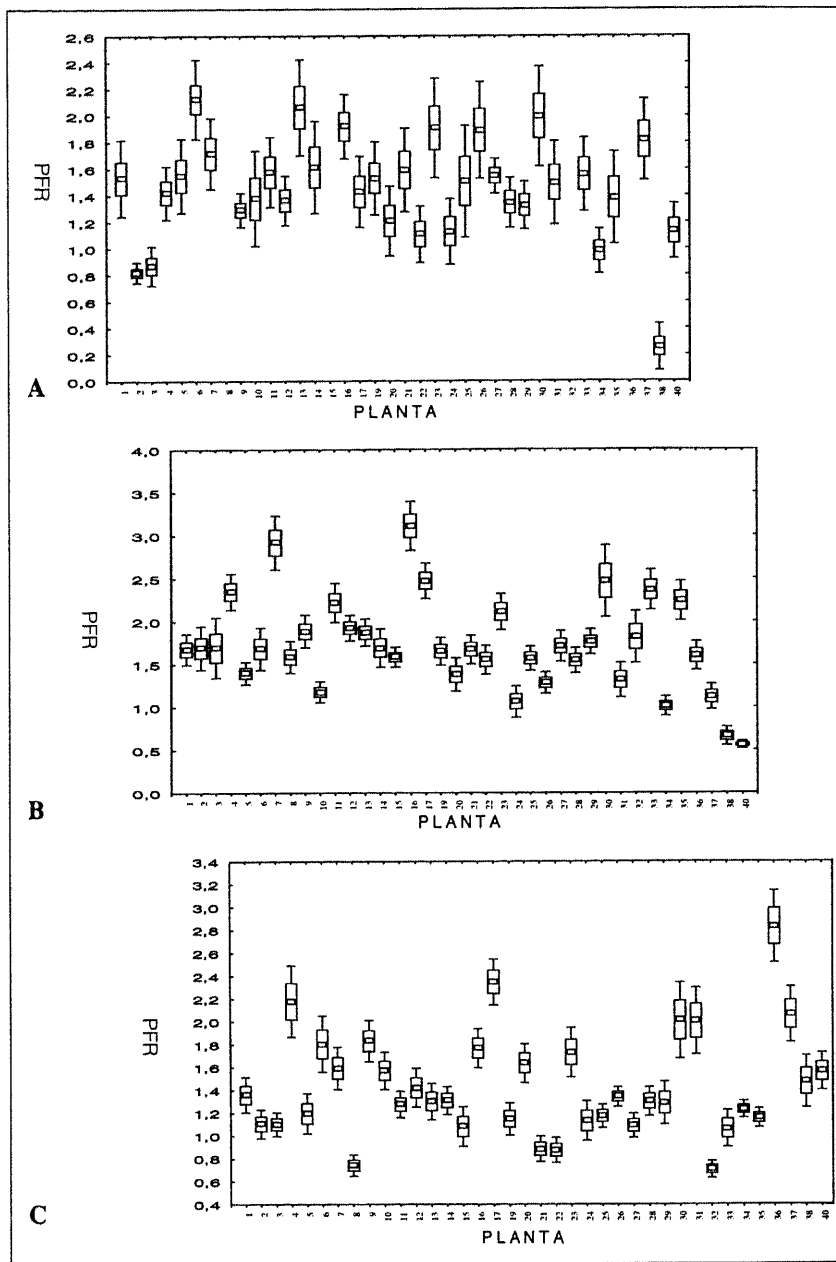


Fig. 2. Peso medio en gramos (PEFR) de cada una de las plantas seleccionadas en los tres años de estudio. A: 1997, B: 1998 y C: 1999. □ Media; □ ± SE; □ ± 0,95 Intervalo Conf.

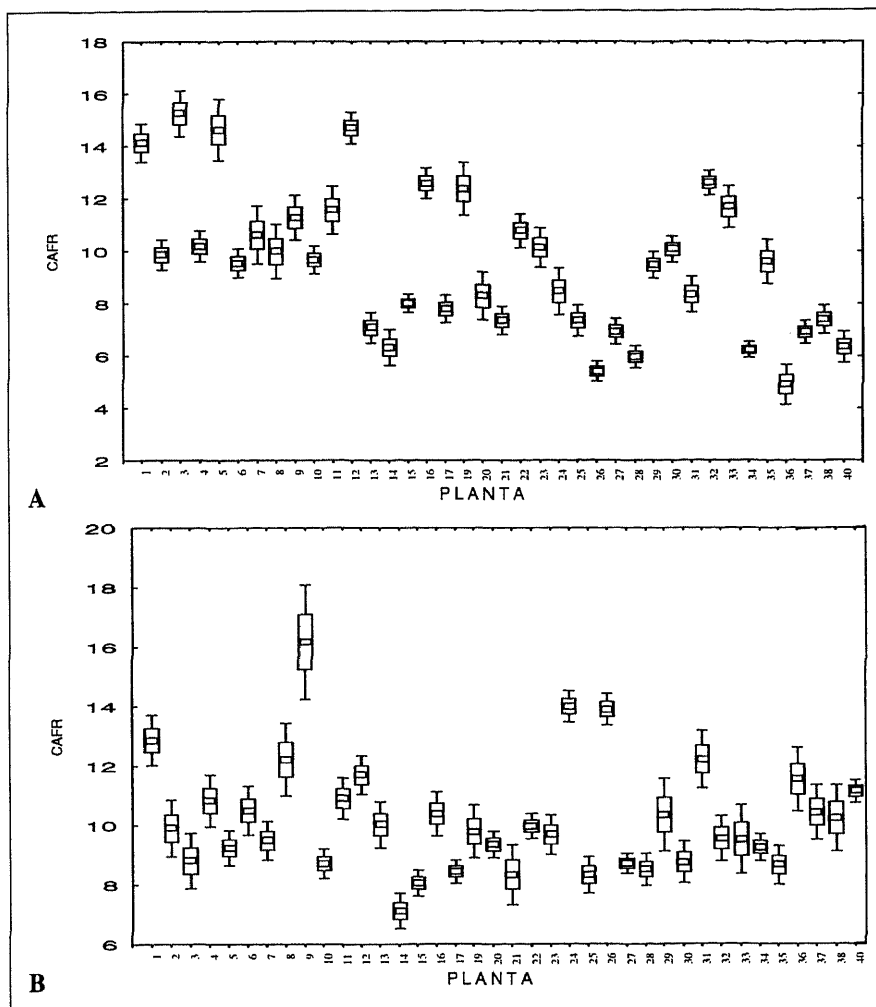


Fig. 3. Concentración media de azúcar en el fruto (CAFR) (°Brix) de cada una de las plantas seleccionadas en los dos últimos años de estudio. A: 1997, B: 1998 y C: 1999. \square Media; \square \pm SE; — \pm 0,95 Intervalo Conf.

En la Fig. 2 se muestra el peso medio del fruto en gramos por planta (PFR) de cada una de las plantas seleccionadas en cada año de estudio. En 1997 (Fig. 2A) el conjunto de las plantas presenta una media de peso del fruto de 1,45 g. En 1998 (Fig. 2B) el conjunto de las plantas seleccionadas presenta una media de peso del fruto de 1,71 g. En 1999 (Fig. 2C) se observa bastante variación en este parámetro entre las distintas plantas seleccionadas, presentando el conjunto de plantas seleccionadas una media de peso de fruto de 1,43 g.

AÑO	NUMFRPLAN	PRODPLGR	PFR	CAFR
1997	295,21 a	440,93 a	1,45 c	-
1998	345,18 a	555,93 a	1,71 d	9,46 ns
1999	896,28 b	1231,21 b	1,43 c	10,15 ns

a, b: letra distinta indica la existencia de diferencias significativas a $p < 0,001$ (test de Kruskal-Wallis). c, d: letra distinta indica la existencia de diferencias significativas a $p < 0,05$ (test de Bonferroni). ns: sin diferencias significativas.

Cuadro 1. Valores medios de las variables número de frutos por planta (NUMFRPLAN), producción en gramos por planta (PRODPLGR), peso medio del fruto (en g) (PFR) y concentración media de azúcar (°Brix) (CAFR) para el conjunto de las plantas seleccionadas, en cada uno de los años de estudio.

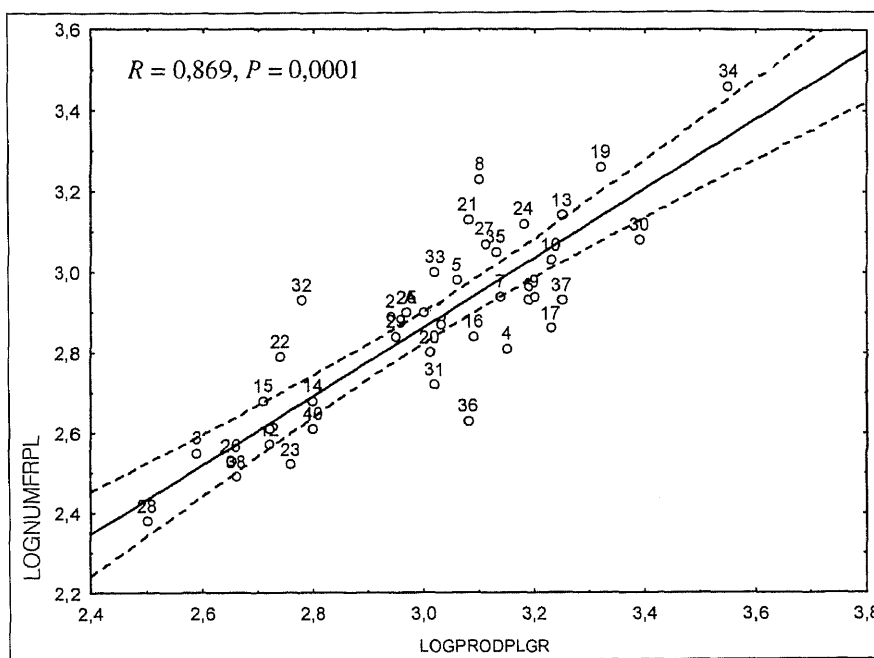


Fig. 4. Diagrama de dispersión y correlación lineal entre las variables producción en gramos por planta (LOGPRODPLGR) y número de frutos (LOGNUMFRPL) en las plantas seleccionadas en el año 1999.

En la Fig. 3 se muestra la concentración media de azúcar en el fruto (CAFR) de cada una de las plantas seleccionadas en los años 1998 y 1999. En el año 1998 (Fig. 3A) la media de concentración para el conjunto de las

		PFR	CAFR	LOGNUMFRPLAN	LOGPRODPLGR
PFR	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1 41			
CAFR	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	0,188 0,238 41	1 41		
LOGNUMFRPLAN	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-0,226 0,156 41	-0,012 0,941 41	1 41	
LOGPRODPLGR	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	0,275 0,082 41	0,081 0,617 41	0,869 0,000 41	1 41

Cuadro 2. Análisis de correlación de Pearson entre las variables peso medio del fruto (en g) (PFR), concentración media de azúcar en el fruto (^oBrix) (CAFR), número de frutos por planta (NUMFRPLAN) y producción en gramos por planta (PRODPLGR) estudiadas en las plantas seleccionadas durante el año 1999.

plantas seleccionadas es de 9,46 °Brix. En cambio, en el año 1999 (Fig. 3B) es de 10,15 °Brix.

Analizando el comportamiento de los distintos parámetros de producción estudiados en el conjunto de las plantas seleccionadas entre los tres años de estudio se observa que existen diferencias significativas en el número de frutos por planta ($\chi^2 = 45,72$, $gl = 2$, $P = 0,0001$) y en la producción en gramos por planta ($\chi^2 = 38,23$, $gl = 2$, $P = 0,0001$), presentándose en el año 1999 más frutos por planta y también mayor producción en gramos por planta (Cuadro 1, Fig. 1). También se observa que el peso medio de fruto presenta diferencias significativas marginales entre los tres años de estudio a un nivel de significación de $P = 0,016$, debido a que en el año 1998 el peso del fruto fue algo mayor que en los otros dos (Cuadro 1, Fig. 2). En cambio, la concentración media de azúcar en el fruto no muestra diferencias significativas entre los dos años de estudio en los que se midió, pese a que los frutos en general eran más dulces en el año 1999 (Cuadro 1, Fig. 3). Esta diferencia no se hace significativa debido al amplio intervalo de variación que presenta el año 1998 (Fig. 3A).

En el cuadro 2 se observa que no aparecen correlaciones significativas entre ninguna de las variables de producción estudiadas, salvo la existente entre el número de frutos (NUMFRPLAN) y la producción de la planta en gramos (PRODPLGR) ($R = 0,869$, $P = 0,0001$) (Fig. 4). En cambio, existe muy poca correlación entre los gramos de fruta que produce una planta (PRODPLGR) y el peso que tengan esos frutos (PFR) ($R = 0,275$, $P = 0,082$).

También se observa una correlación muy baja y negativa, pero no significativa entre el peso medio del fruto de cada planta (PFR) y el número de frutos que ésta presenta (NUMFRPLAN) ($R = -0,225$, $P = 0,1556$). En cuanto a la concentración media de azúcar en el fruto (CAFR), tampoco se ha observado correlación fuerte ni con el peso medio que presentan esos frutos, ni con el número de frutos que produce la planta.

DISCUSIÓN

El estudio de los diferentes parámetros de producción llevado a cabo confirma la influencia que tiene sobre ella el tamaño que presentan las plantas, así como las condiciones de sustrato sobre el que se desarrollan.

En lo que respecta a la producción en gramos del conjunto de las plantas seleccionadas, se observa que es el año 1999 el que presenta producciones significativamente más altas que el resto de los años de estudio. GALLETTA & BALLINGTON (1996), observaron que en plantas muy jóvenes de arándano el tamaño de la planta era el mayor determinante de la producción total por planta y a partir del tercer año de cultivo el tamaño pasa a segundo plano, entrando

en consideración otros factores (clima, manejo del cultivo, polinización, sustrato, etc). Esta observación apoya los resultados obtenidos en el año 1999, en el cual la producción es más elevada ya que las plantas estaban bastante desarrolladas y se encontraban en un sustrato adecuado. En cambio, en 1997, en la que las plantas se encontraban bien desarrolladas pero no disponían de un sustrato adecuado, la producción ha sido muy baja.

En el año 1998, la producción es ligeramente más elevada que en 1997, pese a que las plantas son bastante más pequeñas. Esto puede deberse posiblemente a que las condiciones de sustrato eran más adecuadas, pero además al peso de los frutos, significativamente superior para el conjunto de las plantas seleccionadas en el año 1998 que en los otros dos años. Esto quizás esté relacionado con el número de frutos que producen las plantas, más bajo en el año 1998, aunque ligeramente más grandes debido posiblemente a la menor competencia por los recursos dentro de la planta y a posibles limitaciones espaciales dentro de la cima. Otros factores, como variaciones climáticas entre años, concretamente diferencias en la precipitación como pusieron de manifiesto MAKUS & MORRIS (1993), no deben haber afectado de forma importante en el presente estudio, al regularse artificialmente el agua disponible en los campos de cultivo utilizados. De todas formas, esta relación entre el número de frutos por planta y su peso es muy sutil, ya que aunque se observa una tendencia en esta dirección, la correlación entre ambas variables es muy baja ($R = -0,226$) y poco significativa.

De hecho se ha observado que la producción en gramos de una planta prácticamente no está determinada por el peso de sus frutos, al estar marcadamente determinada por el número de frutos que produce la planta (con una correlación muy fuerte entre ambas variables, $R = 0,869$) y muy poco correlacionada con el peso de los mismos. Este resultado coincide con las observaciones de SIEFKER & HANCOCK (1986), quienes encontraron que la producción en cultivares de arándano está más fuertemente determinada por el número de ramas que presenta la planta y por el número de frutos que producen esas ramas, y por lo tanto por el número de frutos que produce la planta, que por el peso de los frutos. Es el caso de la planta 34 en el año 1999 (Fig. 1C), en la cual la alta producción en gramos observada es debida sobre todo al alto número de frutos que produce y no tanto al peso de los frutos, que es bastante mediano. En cambio las plantas 3 y 28, con un peso de fruto similar o incluso superior, tienen una producción muy baja en ese mismo año, ya que presentan un número bajo de frutos por planta (Fig. 1C).

En cuanto a la concentración de azúcar en el fruto, se observa que pese a que en el año 1999 los frutos parecen ser en general más dulces que en 1998, esas diferencias no son significativas, ya que las variaciones del segundo año de estudio son tan elevadas que anulan las diferencias con el último. Este re-

sultado coincide con las observaciones realizadas por BALLINGTON & al. (1984), que estudiando el comportamiento de la concentración de azúcar en distintos cultivares comerciales de arándano a lo largo de varias campañas, encontraron que no existían diferencias significativas entre ellas ya que dicha concentración variaba entre años en relación con la temperatura y la humedad.

Por ello, esta ligera diferencia en la concentración de azúcar entre los dos años en que se ha estudiado quizás deba atribuirse a las diferentes condiciones climáticas de los dos últimos años de estudio, y no a las diferencias encontradas entre ambos años en el peso de los frutos y en el número de frutos que producen las plantas. Esta afirmación viene corroborada por las observaciones de MAKUS & MORRIS (1993) quienes encontraron que la concentración de azúcar de los frutos de arándano varía en función de las precipitaciones y la temperatura del año de estudio, aumentando dicha concentración cuando aumentan éstas, así como por el hecho de que no se ha encontrado prácticamente correlación entre el peso de los frutos y el número de frutos que producen las plantas y el azúcar que acumulan éstos. De hecho, en ninguno de los dos trabajos mencionados anteriormente se indica que exista correlación entre el peso de los frutos y la concentración de azúcar que presentan, como tampoco se ha encontrado en este estudio. Sin embargo, BALLINGTON & al. (1984) indicaron que la concentración de azúcar de los frutos podía variar en función del número de ellos que presentara la planta, lo que no se ha confirmado en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- BALLINGER, W. E. & L. J. KUSHMAN (1970). Relationship of stage of ripeness to composition and keeping quality of highbush blueberries. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* **95**: 239-242.
- BALLINGTON, J. R. (2001). Collection, utilization, and preservation of genetic resources in *Vaccinium*. *HortScience* **36**(2): 213-220.
- , W. E. BALLINGER, W. H. SWALLOW, G. J. GALLETTA & L. J. KUSHMAN (1984). Fruit quality characterization of 11 *Vaccinium* species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **109**(5): 684-689.
- GALLETTA, G. J. & J. R. BALLINGTON (1996). Blueberries, Cranberries and Lingonberries. In J. JANICK & J. N. MOORE (eds.), *Fruits Breeding. 2, Vine and Small Fruits Crops*: 1-107. Prentice Hall. New York.
- GUITIÁN, J., J. M. SÁNCHEZ & P. GUITIÁN (1992). Niveles de fructificación en *Crataegus monogyna* Jaqs., *Prunus mahaleb* L. y *Prunus spinosa* L. (Rosaceae). *Anales Jard. Bot. Madrid* **50**(2): 239-245.
- MAHORO, S. (2002). Individual flowering schedule, fruit set, and flower and seed predation in *Vaccinium hirtum* Thunb. (Ericaceae). *Can. J. Bot.* **80**: 82-92.
- MAKUS, D. J. & J. R. MORRIS (1993). A comparison of fruit of highbush and rabbiteye blueberry cultivars. *J. Food Quality* **16**: 417-428.

- MONTERO, F.J. (1993). *Caracterización morfológica del almendro (Amygdalus communis, L.)*. Servicio de publicaciones de Castilla-La Mancha. Compobell, S.L., Murcia.
- PÉREZ-GARCÍA, F. & J. B. MARTÍNEZ-LABORDE (1994). *Introducción a la fisiología vegetal*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- SIEPKER, J. H. & J. F. HANCOCK (1986). Yield component interactions in cultivars of the highbush blueberry. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* **111**: 606-608.