ITEA (2001), Vol. 97V N.° 3, 289-294

RELACIÓN ENTRE EL SABOR AMARGO DE LA ALMENDRA Y LA RESISTENCIA AL GUSANO CABEZUDO (*Capnodis tenebrionis* L.)

F. Dicenta*, J.A. Cánovas*, A. Soler, V. Berenguer*****

* Departamento de Mejora y Patología Vegetal. CEBAS-CSIC. Apartado 4195, 30080 Murcia, España
e-mail: fdicenta@natura.cebas.csic.es

** Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, La Alberca, 30150 Murcia, España

*** Departamento de Química Analítica, Univ. de Alicante, Apartado 99, 03080 Alicante, España

RESUMEN

El gusano cabezudo (*Capnodis tenebrionis* L.) es una de las principales plagas que afectan a los frutales de hueso en la cuenca mediterránea y en otras zonas semiáridas del mundo. Algunos estudios han mostrado una relación entre el sabor amargo de las semillas, la presencia de compuestos cianogénicos en las raíces y la resistencia al gusano cabezudo. En este trabajo hemos estudiado el contenido de prunasina y la susceptibilidad a las larvas de gusano cabezudo de tres descendencias de almendro con diferente genotipo respecto al sabor amargo: SS (dulce) ['Peraleja' (SS) x 'Ramillete' (SS)]: ss (amargo) [S3064 (ss) x S3067 (ss)] y Ss (dulce o ligeramente amargo) [S3064 (ss) x 'Ramillete' (SS)]. Tres meses después de la inoculación de las plantas con larvas neonatas, se determinaron los daños producidos y el número de larvas encontradas en las raíces. Posteriormente, se determinó el contenido de prunasina en las raíces por HPLC. Los resultados muestran que el nivel de daños fue similar en la tres familias estudiadas. El contenido en prunasina fue independiente del sabor amargo y se mostró como un carácter cuantitativo. La falta de relación encontrada entre el contenido de cianuro y los daños en raíces podría ser debido a una anómala baja incidencia de las larvas en las mismas.

Palabras clave: Almendro, *Prunus dulcis*, Sabor amargo, Resistencia, *Capnodis tenebrionis*.

SUMMARY

RELATIONSHIP BETWEEN ALMOND BITTERNESS AND RESISTANCE TO CAPNODE

Capnode (*Capnodis tenebrionis* L.) is one of the main pests that affect fruit trees in the Mediterranean basin and other semiarid areas around the world. Some studies seem to show a relationship between kernel bitterness, presence of cyanogenic compounds in roots and resistance to capnode. In this work we studied prunasin content and the resistance to capnode grubs of almond descendants of different genotypes with respect to bitterness: SS (sweet) ['Peraleja' (SS) x 'Ramillete' (SS)]; ss (bitter) [S3064 (ss) x S3067 (ss)] and Ss (sweet or slightly bitter) [S3064 (ss) x 'Ramillete' (SS)]. Three

months after having inoculated the plants with neonate grubs, incidence of damage in roots and presence of grubs were determined. Afterwards, the prunasin contents in the roots was determined by HPLC. The results showed that the damage level was similar in the three families. The prunasin contents seemed to be independent of kernel bitterness and behaved as a quantitative trait. The lack of relationship found between cyanide contents and damage in roots might be due to an anomalous low incidence of capnode grubs in the roots.

Key words: Almond, *Prunus dulcis*, Bitterness, Resistance, *Capnodis tenebrionis*.

Introducción

El gusano cabezudo (*Capnodis tenebrionis* L.) es la plaga más importante de las especies de género *Prunus* (albaricoquero, melocotonero, ciruelo, cerezo y almendro) en numerosos países de la cuenca mediterránea. Los daños más importantes son los producidos por las larvas, las cuales destruyen los tejidos vasculares de las raíces al alimentarse (GARRIDO y DEL BUSTO, 1986), produciendo la muerte de los árboles en pocos años (DICENTA *et al.*, 1999a).

Algunos trabajos muestran una relación entre compuestos cianogénicos y resistencia. MALAGÓN y GARRIDO (1990) y MULAS (1994) mostraron que en algunas especies frutales, incluido el almendro, la resistencia al gusano cabezudo estaba relacionada con el contenido en cianuro (debido a la presencia del compuesto cianogénico prunasina) en las raíces, de modo que los genotipos con mayor contenido en cianuro eran más resistentes a las larvas del gusano cabezudo.

Desde el punto de vista de la mejora, los patrones amargos resistentes al gusano cabezudo no presentan necesariamente ningún efecto negativo sobre otros caracteres importantes e incluso podrían tener un efecto positivo. De hecho, algunos autores han seleccionado "patrones amargos" porque inducen una mayor productividad (SPIEGEL-ROY y WEINBAUM, 1985) o por su resistencia a nematodos (KOCHBA y SPIEGEL-ROY, 1975).

El objetivo de este trabajo es estudiar la relación entre el sabor amargo de la almendra, el contenido de prunasina en las raíces y los daños producidos por las larvas de gusano cabezudo.

Material y métodos

El material vegetal estuvo formado por tres familias de almendros de un año de edad obtenidas por polinización manual. Los cruzamientos realizados y el sabor dulce o amargo de cada genotipo fue el siguiente: SS (dulce) ['Peraleja' (SS) x 'Ramillete' (SS)]; ss (amargo) [S3064 (ss) x S3067 (ss)]; Ss (dulce o ligeramente amargo) [S3064 (ss) x 'Ramillete' (SS)].

Las almendras maduras se recogieron y se estratificaron a 7 °C durante 6 semanas. Después de su germinación se colocaron en macetas de 3 litros de volumen con un sustrato compuesto por 1/3 de tierra, 1/3 arena de río y 1/3 turba.

Durante los meses de junio y julio se procedió a la captura de los adultos de gusano cabezudo. Éstos se colocaron en jaulas provistas de una bandeja con tierra tamizada a

0,8 mm para que las hembras realizaran la puesta (GARRIDO *et al.*, 1987) y se alimentaron con ramas de albaricoquero. Periódicamente, se tamizó la tierra de las bandejas de puesta para la extracción de los huevos y éstos se colocaron en placas Petri a temperatura ambiente hasta la emergencia de las larvas. Durante el mes de agosto, se inocularon 25 plantas de cada genotipo, para ello se colocaron 20 larvas cerca del tronco a 0,5 cm de profundidad.

Tres meses después de haber realizado las inoculaciones, se evaluaron los daños producidos por las larvas en las raíces. Para ello se levantaron las plantas, se limpiaron las raíces de tierra y se determinó el nivel de daños y el número de larvas encontradas. Los daños fueron evaluados de 0 (ausencia de daños) a 5 (daños máximos).

Las raíces se separaron del resto de la planta a nivel del cuello, se colocaron en bolsas de plástico agujereadas y se congelaron a –20 °C. Finalmente, se liofilizaron y se determinó el contenido de prunasina por HPLC, según el método descrito por DICENTA *et al.*, (1999b). El contenido en prunasina fue expresado como mg de cianuro/g de raíz seca.

El contenido de cianuro, el número de larvas y el nivel de daños en las raíces fue analizado estadísticamente mediante la prueba de comparación de medias de Duncan y el coeficiente de correlación de Pearson.

Resultados y discusión

En la figura 1 viene representado el contenido medio de cianuro (mg de cianuro/g

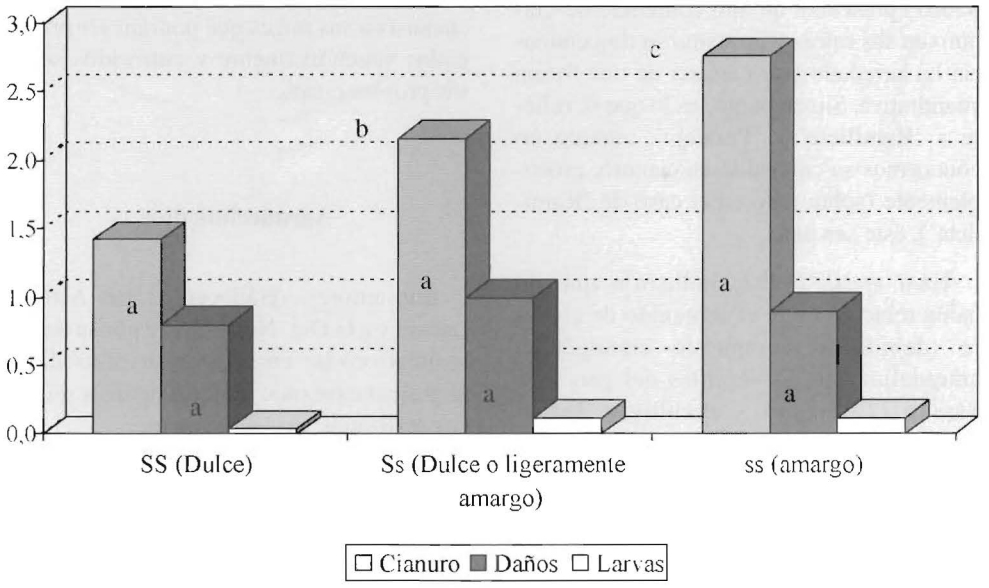


Figura 1. Contenido de cianuro (mg de CN^-/g de raíz), nivel de daños en raíz (de 0, ausencia de daños a 5, daños máximos) y número de larvas para cada familia (SS, Ss, ss).

Figure 1. Cyanide contents (mg of CN/g of root), root damage (scored from 0, absence, to 5, maximum) and number of grubs for each family (SS, Ss, ss).

de raíz seca), el nivel de daños y el número de larvas encontradas en las raíces para cada genotipo (ss, Ss, SS). Respecto al contenido de cianuro en las raíces, se han observado diferencias significativas entre los genotipos estudiados. Se puede observar que el genotipo ss fue el que presentó una mayor concentración y el genotipo SS el que presentó la menor concentración. Sin embargo, dentro de cada genotipo se ha observado una gran variabilidad, de modo que algunos individuos de genotipo SS presentan más cianuro en sus raíces que algunos individuos de genotipo ss y viceversa (figura 2).

Por tanto, aunque los resultados medios muestran una relación entre el amargor de las semillas y el contenido en cianuro de las raíces, los resultados individuales no indican esta relación. Nosotros pensamos que no hay una relación clara entre estos caracteres. Nuestros parentales amargos (S3064 y S3067) presentan un alto contenido de cianuro en sus raíces y por tanto su descendencia ha heredado este carácter de una forma cuantitativa. Sin embargo, en lo que se refiere a 'Ramillete' y 'Peraleja', aunque no conocemos su contenido en cianuro, probablemente (sobre todo en el caso de 'Ramillete'), éste sea bajo.

USAI *et al.* (1992) indicaron que no había relación entre el contenido de cianuro (debido al compuesto cianogénico amigdalina) de las semillas del genotipo Sassari 11 (amargo) y el cultivar 'Texas' (dulce), y el contenido en cianuro de las raíces y tallos de árboles procedentes de semillas obtenidas por polinización libre de estos cultivares. En cualquier caso esta comparación no es del todo correcta puesto que, aunque el polinizador no afecta al sabor de la almendra (DICENTA *et al.*, 2000), el genotipo de la descendencia puede ser diferente del genotipo del parental femenino dependiendo del parental masculino (polinizador) (DICENTA y GARCÍA, 1993).

Con respecto al nivel de daños y al número de larvas encontradas en las raíces, no se han observado diferencias significativas entre familias, mostrándose una buena correlación entre ambos caracteres. Sin embargo, no se ha observado correlación entre el nivel de daños o el número de larvas y el contenido de cianuro, lo cual no coincide con los resultados obtenidos por MALAGÓN y GARRIDO (1990) y MULAS (1994). La anómala baja incidencia de las larvas en este ensayo (en comparación con otros trabajos anteriores) parece ser la responsable de esta falta de relación.

Podemos concluir indicando que el sabor amargo no está estrechamente relacionado con el contenido de cianuro de las raíces, lo que hace posible la obtención de cultivares de almendro dulce con alto contenido de cianuro en sus raíces que podrían ser propagados vegetativamente y cultivados sobre sus propias raíces.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. Alfredo Lacasa y a la Dra. Nuria Grané por su asesoramiento en los ensayos de susceptibilidad al gusano cabezudo y en los análisis químicos realizados, respectivamente.

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto "Mejora genética de patrones de almendro (*Prunus dulcis* Miller) para la resistencia al gusano cabezudo (*Capnodis tenebrionis* L.)" (1FD97-0989-C03-01, 02 y 03) financiado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología y por los Fondos FEDER.

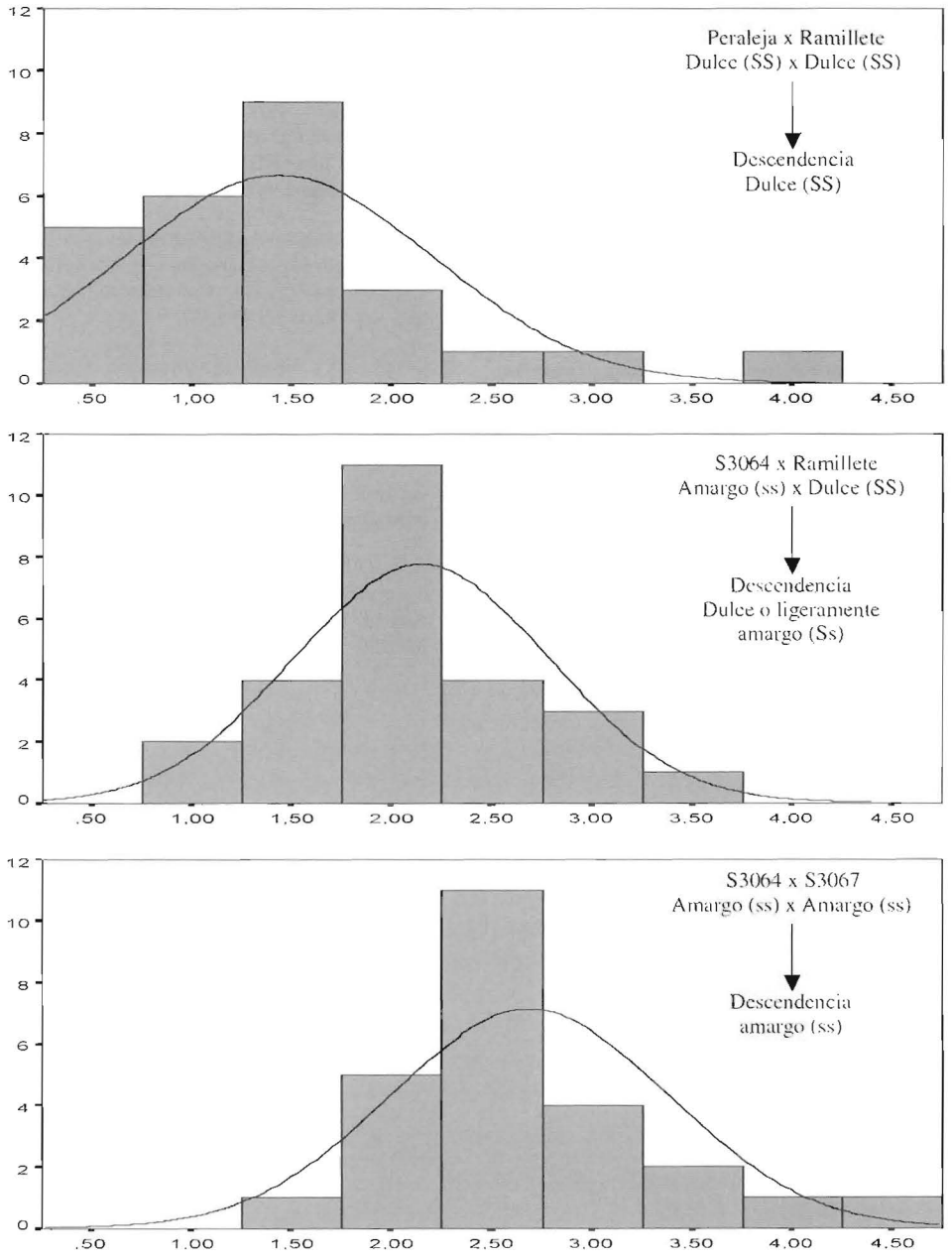


Figura 2. Histograma de frecuencias y distribución normal de la concentración de cianuro en las raíces (mg de CN^-/g raíz) para cada familia.

Figure 2. Histogram of frequencies and normal distributions of cyanide concentrations in roots (mg of cyanide/g of root) for each family.

Bibliografía

DICENTA F., GARCÍA J.E., 1993. Inheritance of the kernel flavour in almond. Heredity 70: 308-312.

DICENTA F., LEÓN A., MARTÍNEZ-GÓMEZ P., LACASA A., SOLER A., BERENGUER V., GRANÉ-TERUEL N., MARTÍN-CARRATALÁ M.L., 1999a. Obtención de patrones de almendro resistentes al gusano cabezudo. Agríc. Vergel 210: 399-401.

DICENTA F., MARTÍNEZ-GÓMEZ P., GRANÉ-TERUEL N., MARTÍN-CARRATALÁ M.L., MEÍA D.M., 1999b. Herencia del contenido de amigdalina y del sabor de la semilla en una descendencia de almendro. Actas del VIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas 25(2): 35-39.

DICENTA F., MARTÍNEZ-GÓMEZ P., ORTEGA E., DUVAL H., 2000. Cultivar pollinizer does not affect almond flavor. HortScience 35(6): 1153-1154.

GARRIDO A., DEL BUSTO T., 1986. El gusano cabezudo (*Capnodis tenebrionis* L., Coleop: Buprestidae). Agríc. Vergel 49: 23-29.

GARRIDO A., DEL BUSTO T., MALAGÓN J., 1987. Método de recogida de huevos de *Capnodis tenebrionis* L. y algunos factores abióticos que pueden condicionar la puesta. Bol. San. Veg. Plagas 13: 303-309.

KOCHBA J., SPIEGEL-ROY P., 1975. Inheritance of resistance to the root-knot nematode (*Meloidogyne javanica* Chitwood) in bitter almond progenies. Euphytica 24: 453-457.

MALAGON J., GARRIDO A., 1990. Relación entre el contenido de glicósidos cianogénicos y la resistencia a *Capnodis tenebrionis* L. en frutales de hueso. Bol. San. Veg. Plagas 16: 499-503.

MULAS M., 1994. Almond genetic resources and resistance to *Capnodis tenebrionis*. Acta Hortic. 337: 41-48.

SPIEGEL-ROY P., WEINBAUM S.A., 1985. Increasing productivity in sweet almond using selected clones of bitter almond. Euphytica 34: 213-217.

USAI M., D'HALLEWIN G., 1992. Cyanogenic glucosides contained in different organs of bitter and sweet almond. VIII Coll. GREMPA. Rap. EUR 14081: 233-236.