ITEA (2001), Vol. 97V N.º 3, 251-259

PRODUCCIÓN DE SEMILLA Y EXPORTACIÓN DE NITRÓGENO POR LOS FRUTOS DE ALGUNOS CULTIVARES ESPAÑOLES DE ALMENDRO

J.L. Espada Carbó*, M.T. Espiau Ramírez**

* Unidad Cultivos Leñosos, Centro de Técnicas Agrarias DGA

** Unidad de Fruticultura, Servicio de Investigación Agroalimentaria DGA,
Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza, España

RESUMEN

El incremento de la contaminación y la eutrofización de las aguas ha motivado a la Comisión Europea a dictar normas relativas a la depuración de las aguas residuales y a reducir la emisión de nitratos de origen agrario (Directiva 91/676 CE).

Las dosis de aplicación de nitrógeno se determinarán según las necesidades de cada cultivo y lo suministrado por el suelo, el agua de riego y precipitaciones atmosféricas.

El nitrógeno es un elemento esencial que las plantas absorben en grandes cantidades, en particular aquellas especies capaces de producir grandes cosechas.

El almendro es capaz de acumular grandes cantidades de nitrógeno en los frutos, donde llega a alcanzar un 0,73% de su peso fresco. De los componentes del fruto, la semilla (pepita) supone el 61,08% de las exportaciones totales de nitrógeno, el mesocarpio el 24,61% y el endocarpio el 14,31%.

Las altas producciones obtenidas en plantaciones de almendro en regadío que llegan a superar los 1.500 kg/ha de semilla (pepita), provocan unas exportaciones de más de 120 kg de nitrógeno por hectárea y año. En el conjunto de cultivares estudiados los más eficientes son aquéllos cuyos porcentajes de semilla son los más altos y los de mesocarpio los más bajos sobre el peso total del fruto.

Palabras clave: Contaminación, Nitrógeno, Fruto, Semilla, Exportación.

SUMMARY
KERNEL PRODUCTION AND N EXPORTS BY FRUITS OF SOME SPANISH ALMOND CULTIVARS

The increase in water contamination and eutrophyzation has advised the regulation of depuration of residual waters as well as the reduction of nitrate emission by the agricultural production. As a consequence, nitrogen application needs to be regulated according to the requirements of each crop and to the supplies from the soil, the water for irrigation and the atmospheric precipitations.

Nitrogen is an essential element absorbed in great amounts by plants able to produce high yields. Almond is able to accumulate great amounts of nitrogen in the fruits, where N may reach 0.73% of the fresh weight. Among the fruit components, the kernels reach 61.08% of the total N exports, the endocarp 14.31%, and the mesocarp 24.61%.

The high yields obtained in irrigated almond orchards, reaching 1500 kg of kernel/ha, represent more than 120 kg of nitrogen per hectare and year. In the ensemble of the cultivars studied, the most efficient cultivars are those with the higher kernel percentage (over the total fruit weight and not over the in-shell weight) and the lower mesocarp percentage.

Key words: Contamination, Nitrogen, Fruit, Kernel, Export.

Introducción

La Comisión Europea, ante el incremento de la contaminación y la eutrofización de las aguas, ha establecido normas relativas a la depuración de aguas residuales y a la reducción de la emisión de nitrógeno de origen agrario. Una medida contemplada en esta normativa es elaborar códigos que recojan actuaciones respetuosas con el medio ambiente. El Real Decreto 262/1.996, traspone a nuestra legislación la Directiva 91/676 CE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación por nitratos de origen agrario, ya que la agricultura juega un papel importante como una de las fuentes de esta contaminación.

Los objetivos del Real Decreto son el reducir y evitar la contaminación "nítrica" de las aguas, producida por el vertido de compuestos nitrogenados agrícolas que alcancen las aguas subterráneas o superficiales, pudiendo causar daños a la salud humana, los ecosistemas acuáticos y en otros usos legítimos de las aguas.

El nivel de 50 mg/l de nitratos en las aguas superficiales y subterráneas marca el límite de la contaminación.

En las zonas vulnerables, se establecerán programas de actuación que contemplen entre otras medidas la limitación de aplicación de fertilizantes al terreno, manteniendo un equilibrio entre los requerimientos del cultivo y el nitrógeno disponible en el suelo.

Los códigos de buenas prácticas agrícolas deben definir los distintos tipos de fertilizantes nitrogenados, en cuanto a la forma en que presentan el nitrógeno y a su comportamiento en el suelo una vez aplicado y en la absorción y nutrición de las plantas cultivadas.

El balance de nitrógeno a nivel del suelo de cada parcela se hace necesario para controlar la contaminación y evaluar la efectividad de las medidas correctoras. En todo caso, deberá optimizarse la eficiencia de la utilización del nitrógeno por parte del cultivo y a la vez, minimizar las pérdidas por lavado. Las dosis de aplicación se determinarán según las necesidades del cultivo y lo suministrado por el suelo, el agua de riego y las precipitaciones atmosféricas. La generalización de normas se hace necesaria dada la gran diversidad de situaciones y condiciones edafológicas, climáticas y agrícolas que podemos encontrar.

La delimitación de las dosis de nitrógeno no reducirá el problema por si sola, sino que habra que tener en cuenta la gestión del suelo y el riesgo de lixiviación en cada sistema agrícola.

El nitrógeno es un elemento esencial que las plantas absorben en grandes cantidades, en particular aquellas especies capaces de producir grandes cosechas. El almendro (*Prunus amygdalus* Batsch = *Prunus dulcis* Mill.) es capaz de acumular grandes cantidades de nitrógeno (proteína) en los frutos,

donde llega a alcanzar un 0,73% de su peso fresco. La parte comestible del fruto (semilla) esta constituida por el 85% de proteína y lípidos, con pequeñas cantidades de azúcares y fibra. La semilla tiene un alto valor energético, del orden de 550-600 kcal por 100 gramos de materia seca. El contenido de proteína (N x 6,25) de la semilla varía del 12 al 32% dependiendo del cultivar, las condiciones climáticas, las características de suelo y las técnicas culturales aplicadas. El contenido medio para cultivares españoles es del 24,75% (SAURA CALIXTO, 1981), mientras que los cultivares italianos varían entre 17,89 al 27,70% (GODINI *et al.*, 1979) y del 12 al 22,61% (BALDO, 1987). Los cultivares franceses contienen del 23 al 31,9% (SOUTY *et al.*, 1971) y los cultivares californianos del 18,6 al 24% (WOODROOF, 1982). Se comprueba que los cultivares más ricos en proteína son más pobres en lípidos ('Aï') e inversamente ('Ardèchoise').

Las altas producciones obtenidas en las plantaciones de almendro en regadío bien manejadas, donde aplicando las modernas técnicas de cultivo se llegan a sobrepasar los 1500 kg de semilla por hectárea y año, da lugar a unas elevadas extracciones y exportaciones. El acelerado proceso de agotamiento de las reservas de nitrógeno del suelo debe agravarse con la localización preferencial de las absorciones que tiene lugar en ciertas épocas del año en el bulbo húmedo bajo los emisores cuando se utilizan sistemas de riego localizado.

En el presente trabajo se exponen los resultados correspondientes al estudio del contenido de nitrógeno total en los diferentes componentes del fruto de algunos cultivares de almendro españoles, para delimitar las exportaciones de nitrógeno por los frutos y contribuir a una aportación razonada del nitrógeno en la fertilización de las plantaciones.

Material y métodos

Las muestras de fruto proceden de una finca de almendros situada en la comarca del "Bajo Aragón" de la Comunidad Autónoma de Aragón. La plantación está instalada sobre un suelo llano de textura franco-arcillo-arenosa y los árboles presentan un contenido medio de nitrógeno en hoja del 2,14% de la materia seca. La pluviometría media anual en la comarca fue de 462 mm. Las aportaciones suplementarias del agua se realizan mediante una instalación de riego localizado, aplicando el agua a través de 4 emisores por árbol, de 4 l/hora de caudal. El agua utilizada es de calidad aceptable (CE = 1,26 dS/m). La programación de los riegos se ha realizado siguiendo la metodología FAO (ETc = Kc x Ks x ETo), utilizando los datos medios de una estación climática y tanque de evaporación tipo A instalado en la finca. Las demandas anuales de agua del cultivo han alcanzado 1072 mm, cubriendo esta cantidad con la lluvia efectiva (0,70 x lluvia total) más el riego.

Los consumos anuales de fertilizantes han sido de 90-50-135 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente, aportándose con el agua de riego en dos aplicaciones semanales desde abril hasta octubre.

Se ha utilizado un diseño experimental con tres repeticiones por cultivar, totalmente al azar. La parcela elemental está formada por un solo árbol.

Los árboles de los cultivares: 'Desmayo Largueta', 'Marcona', 'Moncayo', 'Guara', 'Cominver', B-5-2, B-5-7 y 'Felisia', se plantaron en 1987, utilizando como patrón el híbrido GF-677.

Para garantizar la uniformidad de las muestras, los frutos de cada cultivar se han recolectado de la zona media de la copa del árbol, de todas las orientaciones (N, S, E,

W) y entre los estados fenológicos J y K de maduración (FELIPE y SOCIAS I COMPANY, 1997). En cada una de las muestras se ha determinado el peso fresco y el peso seco de cada uno de los componentes del fruto: mesocarpio, endocarpio y semilla (pepita). La determinación analítica del nitrógeno en cada uno de los componentes del fruto se efectuó siguiendo los métodos oficiales de análisis.

Resultados y discusión

Peso fresco del fruto

El peso fresco de los frutos tiene grandes variaciones entre cultivares, oscilando de un máximo de 19,55 g de 'Desmayo Largueta' a un mínimo de 6,18 g de 'Felisia'. De los componentes del fruto, el mesocarpio alcanza el mayor porcentaje (54,66%) del peso del fruto, seguido del endocarpio (35,09%) y finalmente la semilla (10,25%).

Acorde con los resultados obtenidos (cuadro 1), el peso del pericarpio (endocarpio + mesocarpio) tiene importantes variaciones entre cultivares, con un máximo de 18,20 g de 'Desmayo Largueta' y un mínimo de 5,27 g de 'Felisia'. Sin embargo, la separación entre valores extremos de la incidencia porcentual del pericarpio sobre el peso total del fruto es más estrecha, 91,79% ('Desmayo Largueta') y 87,15% ('Felisia'). Parece que en el almendro existe una especie de compensación entre el desarrollo del mesocarpio y el endocarpio del fruto.

Agrupando los cultivares por la participación porcentual del pericarpio sobre el peso fresco del fruto, existen diferencias significativas entre cultivares pertenecientes a un mismo grupo en relación a su porcentaje de endocarpio (cáscara), pero no existen diferencias significativas respecto a su porcentaje de semilla.

Cuadro 1. Participación de los componentes del fruto en el peso fresco total
Table 1. Percentage of the different fruit components on the total fresh weight

Cultivar	Peso 100 frutos (g)		Participación porcentual Pericarpio (1)		Endocarpio (2)		Semilla (pepita)		Grupo
Largueta	1.995	a	91,79	a	37,57	ab	8,21	a	A
Marcona	1.594	b	91,04	a	38,29	a	8.96	a	
Cominver	762	d	90,20	a	35,90	bc	9,80	ab	
Moncayo	1.302	c	89,83	b	34,23	d	10,17	bc	B
B-5-2	1.608	b	89,60	b	31,60	e	10,40	bc	
Guara	1.272	c	89,10	b	34,80	cd	10.90	c	
B-5-7	700	d	89,30	b	32,70	de	10,70	c	
Felisia	618	e	87,15	c	35,65	c	12,85	d	C
Media	1227		89,75		35,09		10,25		

Valores en columna con la misma letra son iguales estadísticamente Fisher LSD ($P \leq 0,05$). Pericarpio (1) = mesocarpio + endocarpio. Endocarpio (2) = cáscara.

Cuadro 2. Producción de materia seca por tonelada de fruto fresco (kg t^{-1})
Table 2. Production of dry matter by ton of fresh fruit (kg t^{-1})

Cultivar	Mesocarpio		Endocarpio		Semilla		Rendimiento (%)
Largueta	222,00	ab	311,94	a	71,44	e	22,9
Marcona	213,18	bc	319,89	a	78,40	e	24,5
Moncayo	222,13	ab	291,16	ab	89,29	cd	30,6
B-5-2	214,23	b	297,75	ab	96,47	b	33,7
Guara	237,52	a	268,79	b	90,69	cd	32,4
Cominver	222,37	ab	298,19	a	85,55	d	28,7
B-5-7	231,79	a	278,15	ab	94,85	bc	34,1
Felisia	204,52	c	299,68	a	112,44	a	37,5
Promedio	220,97		295,70		89,89		30,6

Valores en columna con la misma letra son iguales estadísticamente Fisher LSD ($P \leq 0,05$).

Mesocarpio

Contenido de materia seca

El peso de materia seca del mesocarpio alcanza una media de 220,87 kg por tonelada de frutos, variando significativamente entre cultivares. El máximo contenido de materia seca lo alcanzan 'Guara' (237,52 kg t^{-1}) y el mínimo corresponde a 'Felisia' (204,52 kg t^{-1}).

El porcentaje medio de materia seca del mesocarpio sobre la materia seca del fruto es del 36,45%, variando significativamente entre cultivares (cuadro 3). B-5-2 alcanza el máximo (39,81%) y 'Felisia' el mínimo (33,18%).

Contenido de nitrógeno en la materia seca

El porcentaje medio del contenido de nitrógeno en la materia seca del mesocarpio es de 0,77%. El máximo contenido corresponde a 'Marcona' (0,84%) y el mínimo a B-5-2 y 'Moncayo' (0,72%).

Exportaciones de nitrógeno

Las exportaciones medias de nitrógeno por el mesocarpio son de 1,77 kg por tonelada de fruto, variando significativamente entre cultivares (cuadro 5). La máxima exportación corresponde a 'Marcona' y 'Cominver' (1,79 kg t^{-1}) y la mínima a 'Felisia' (1,51 kg t^{-1}).

Endocarpio

Contenido de materia seca

El peso de materia seca del endocarpio alcanza una media de 295,17 kg por tonelada de frutos, variando significativamente entre cultivares. El máximo contenido de materia seca lo alcanzan 'Marcona' (319,89 kg t^{-1}) y 'Desmayo Largueta' (311,94 kg t^{-1}) y el mínimo corresponde a 'Guara' (268,779 kg t^{-1}).

El porcentaje medio de materia seca del endocarpio sobre la materia seca del fruto es de 48,74%, variando significativamente entre cultivares (cuadro 3). 'Marcona' alcanza el máximo (52,29%) y B-5-2 el mínimo (45,00%).

Cuadro 3. Porcentaje de participación sobre la materia seca del fruto
Table 3. Percentage of each component in fruit dry matter

	% de materia seca del fruto		
Cultivar	Mesocarpio	Endocarpio	Semilla
Largueta	36,68 c	51,51 b	11,81 a
Marcona	34,89 d	52,29 a	12,83 b
Moncayo	36,88 b	48,29 cd	14,82 d
B-5-2	39,81 a	45,00 e	15,20 de
Guara	35,23 cd	48,91 c	15,86 f
Cominver	33,71 bc	49,17 c	14,12 c
B-5-7	38,35 ab	45,97 de	15,69 ef
Felisia	33,18 e	48,70 c	18,24 g
Promedio	36,45	48,74	14,81

Valores en columna con la misma letra son iguales estadísticamente Fisher LSD ($P \leq 0,05$).

Cuadro 4. Porcentaje de nitrógeno en la materia seca de cada componente del fruto
Table 4. Percentage of nitrogen in dry matter of each fruit component

Cultivar	Mesocarpio	Endocarpio	Semilla
Largueta	0,78	0,16	4,72
Marcona	0,84	0,18	4,54
Moncayo	0,72	0,18	4,37
B-5-2	0,72	0,16	4,56
Guara	0,83	0,19	4,46
Cominver	0,81	0,14	4,10
B-5-7	0,73	0,19	4,37
Felisia	0,74	0,19	4,24
Promedio	0,77	0,17	4,42

Contenido de nitrógeno en la materia seca

El porcentaje medio del contenido de nitrógeno en la materia seca del endocarpio es de 0,34%. El máximo contenido corresponde a B-5-7, 'Guara' y 'Felisia' (0,38%) y el mínimo a 'Cominver' (0.28%).

Exportaciones de nitrógeno

El endocarpio es el componente del fruto que tiene menor participación en las exportaciones de nitrógeno. Las exportaciones medias de nitrógeno por el endocarpio son de 1,03 kg por tonelada de fruto, variando

significativamente entre cultivares (cuadro 5). La máxima exportación corresponde a 'Marcona' (1,15 kg t^{-1}) y la mínima a 'Cominver' (0,83 kg t^{-1}).

Semilla

Contenido de materia seca

El peso de materia seca de la semilla alcanza una media de 89,89 kg por tonelada de frutos, variando significativamente entre cultivares. El máximo contenido de materia seca lo alcanzan 'Felisia' (112,44 kg t^{-1}) y el mínimo corresponde a 'Desmayo Largueta' (71,44 kg t^{-1}).

El porcentaje medio de materia seca de la semilla sobre la materia seca del fruto es de 14,81%, variando significativamente entre cultivares (cuadro 3). 'Felisia' alcanza el máximo (18,24%) y 'Desmayo Largueta' el mínimo (11,81%).

Contenido de nitrógeno en la materia seca

El porcentaje medio del contenido de nitrógeno en la materia seca de la semilla es de 4,42%. El máximo contenido corresponde a 'Desmayo Largueta' (4,72%) y el mínimo a 'Cominver' (4,10%).

Exportaciones de nitrógeno

La semilla es el componente del fruto que tiene mayor participación en las exportaciones de nitrógeno. Las exportaciones medias de nitrógeno por la semilla son de 4,54 kg por tonelada de fruto, variando significativamente entre cultivares (cuadro 5). La máxima exportación corresponde a 'Felisia' y B-5-7 (6,38 y 6,10 kg t^{-1}) y la mínima a 'Desmayo Largueta' (2,82 kg t^{-1}).

Exportaciones de nitrógeno por el fruto

Las exportaciones medias de nitrógeno por tonelada de fruto son de 7,34 kg. El cultivar con mayor nivel de exportación es 'Felisia' (9,02 kg t^{-1}) y la menor 'Desmayo Largueta' (5,54 kg t^{-1}). Entre cultivares existen diferencias significativas en las exportaciones totales de nitrógeno por tonelada de fruto (cuadro 5).

Cuadro 5. Exportaciones de nitrógeno por tonelada de fruto (kg t^{-1})
Table 5. Nitrogen exports for tone of fruit (kg t^{-1})

Cultivar	Mesocarpio		Endocarpio		Semilla		Total	
Largueta	1,73	ab	0,99	bc	2,82	a	5,54	a
Marcona	1,79	a	1,15	a	3,75	ab	6,68	ab
Moncayo	1,60	ab	1,04	ab	3,94	ab	6,58	ab
B-5-2	1,70	ab	0,86	cd	4,19	ab	6,75	ab
Guara	1,77	ab	1,13	a	4,33	b	7,23	bc
Cominver	1,79	a	0,83	d	4,66	bc	7,29	bc
B-5-7	1,69	ab	1,05	a	6,10	cd	8,84	cd
Felisia	1,51	b	1,13	a	6,38	d	9,02	d
Promedio	1,77		1,03		4,54		7,34	

Valores en columna con la misma letra son iguales estadísticamente Fisher LSD ($P < 0.05$).

Como la parte comestible del fruto es la semilla y la que a nivel de productor tiene mayor importancia económica, si referimos las exportaciones de nitrógeno por los frutos en relación al peso de materia seca de semilla producida (cuadro 6), podemos realizar la siguiente clasificación de los cultivares por su nivel de eficiencia:

Nivel de eficiencia	Cultivares	Exportaciones de N por el fruto para producir 100 kg de semilla
Alto	Moncayo, B-5-2 y Guara	Menos de 7,5 kg de Nitrógeno (N)
Medio	Felisia y Largueta	De 7,5 a 8,5 kg de Nitrógeno (N)
Bajo	Cominver y B-5-7	Más de 8,5 kg de Nitrógeno (N)

Cuadro 6. Producción de semilla y exportaciones de nitrógeno (kg) por el fruto
Table 6. Kernel production and nitrogen exports (kg) by fruit

	Producción de semilla (kg de materia seca)			
Cultivar	100	500	1.500	2.000
Largueta	7,76	38,80	116,4	155,2
Marcona	8,52	42,60	127,8	170,4
Moncayo	7,43	37,15	111,4	148,6
B-5-2	7,45	37,25	111,7	149,0
Guara	7,49	37,45	112,3	149,8
Cominver	8,58	42,90	128,7	171,6
B-5-7	9,32	46,60	139,8	186,4
Felisia	8,05	40,25	120,7	161,0
Promedio	8,15	40,75	122,2	163,0

Conclusiones

El fruto del almendro se compone básicamente de tres partes: mesocarpio, endocarpio y semilla. En general, en los diferentes trabajos únicamente se han considerado el endocarpio (cáscara) y la semilla (pepita) como los componentes del fruto, ignorando la parte de mayor peso (mesocarpio) y el papel que juega en el aspecto nutricional y balance de agua de los frutos, particularmente en áreas con reducidos recursos hídricos.

La cáscara juega un papel importante en la protección de la semilla frente a los agentes exteriores (pájaros, plagas, enfermedades, etc.). Entre cultivares con similar peso fresco total del fruto y rendimiento en semilla, es deseable producir aquellos cultivares con mayor dureza de cáscara que puedan garantizar una eficiente protección de la semilla.

Los frutos del almendro por el elevado contenido de proteína en sus semillas, realizan exportaciones de nitrógeno por unidad de peso fresco del orden de 3 a 3,5 veces superiores a las especies consideradas exigentes (cerezo y melocotonero).

Los cultivares más eficientes son aquéllos con mayores porcentajes de semilla y menores de mesocarpio de la materia seca total del fruto.

Las exportaciones de nitrógeno por los frutos para producciones de 1.500 kg de semilla (pepita) por hectárea, superan los 120 kg de nitrógeno.

La delimitación de las dosis de nitrógeno, no reducirá el problema por si sola, sino que habrá que tener en cuenta la gestión del suelo, la distribución temporal de los consumos por el árbol y el riesgo de lixiviación en cada sistema agrícola.

Bibliografía

BALDO C. 1987. Composizione chimica di alcune cultivar di mandorle prodotte nell'Italia meridionale. Tesi di laurea in Scienze delle Preparazioni Alimentari. Università di Milano 1986/87.

BOTÍA P., ROMERO P., GARCÍA MONREAL F., MOYA A., ABADÍA A. 1998. Evaluación de estrategias de riego deficitario controlado en condiciones de riego subterráneo en almendro. Primeros resultados. 4º Simposium Hispano-Portugués de Relaciones Hídricas en Plantas, pp. 80-88.

DICENTA F., GARCÍA J.E. 1993. Inheritance of self-compatibility in almond. Heridity 70: 313-317.

ESTEBAN E., GOMEZ M., RECALDE L. 1969. Dinámica anual de los macronutrientes en almendro I. Primeros resultados, Agrochimica 13: 336-345.

FELIPE A.J., SOCIAS I COMPANY R. 1987. 'Aylés', 'Guara' and 'Moncayo' almonds. HortScience 22: 961-962.

GARCÍA OLMEDO R., CARBALLIDO A., DÍAZ MARQUINA A. 1978. Study of the insaponifiable constituents of Spanish nut oils. I. II. III y IV. An. Bromatol. 30 (1, 2, 3, 4): 63-285.

LEGAVE J.M., RICHARD J.C., THERMOZ J.P., DUVAL H. 1997. Lauranne 'Avijor' dans la course. Fruits Légumes 155: 83-38.

RUIZ-SÁNCHEZ M.C., TORRECILLAS A., DEL AMOR F., LEÓN A. 1987. Mineral elements changes in almond leaves under diferent irrigation regimes. Adv. Hort. Sci. 1:95-97.

SÁNCHEZ A., GUILLÉN I., MORÍN P. 1997. Estudio de los nutrientes en hojas de Desmayo Largueta, Marcona y Genco como base para una fertilización diferencial. Actas Hort. 20: 1014-1021.

SAURA-CALIXTO F., CAÑELLAS J. 1980a. Determination of inorganic elements in almonds. Part II: B, S, Cl and N. An. Bromatol. 32 (4): 375-380.

SAURA-CALIXTO F., CAÑELLAS J., BAUZA M. 1980b. Soluble carbohydrates in sweet almond varieties. An. Bromatol. 32 (3): 263-270.

SEQUEIRA R.M., LEW R.B. 1970. The carbohydrate composition of almond hulls. J. Agric. Food Chem. 18 (5): 950-951.

SOCIAS I COMPANY R., FELIPE A.J. 1992. Self-compatibility and autogamy in 'Guara' almond. J. Hort. Sci. 67 (3): 313-317.

SOUTY M., ANDRÉ P., BREUILS C., JACQUEMIN G. 1971. Étude sur la qualité des amandes *Amygalus communis* L; variabilité de quelques caracteres biochimiques. Ann. Technol. Agric. 20 (2): 121-130.

URIU R. 1978. Almond Orchard Management. Soil and Plant. Analysis and symptomatology for diagnosis of mineral deficiences and toxicities. Univ. California Div. Agric. Sci., pp. 89-96.

VARGAS F.J., ROMERO M.A. 1994. Masbovera, Glorieta and Francoli, three new almond varieties from IRTA. Acta Hort. 373: 75-82.

WOODROOF J.G. 1982. Composition and nutritive value of nuts. En: Tree Nuts: production, processing, products. 2nd ed. Avi, Westport, Connecticut, pp. 49-80 y 139-180.