ISSN: 1130-6017

ITEA

PRODUCCIÓN VEGETAL

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

1998 – Vol. 94V N.º 3



ITEA (1998), Vol. 94V N.° 3, 109-117

EFECTO DEL VIRUS DEL MOSAICO ENANIZANTE DEL MAÍZ (MDMV) EN EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS DE MAÍZ Y SU VIGOR

M.A. Achón*
E. Sin**

* Área de Protecció de Conreus
** Área de Conreus
Centro UdL-IRTA
Av. Alcalde Rovira Roure, 177
25198-Lleida
España

RESUMEN

Se ha estudiado el efecto del virus del mosaico enanizante del maíz (MDMV) en el establecimiento de plantas a partir de semillas obtenidas de plantas infectadas artificialmente pertenecientes a dos líneas puras de maíz, una susceptible, Mo17, y una tolerante, B73, y los híbridos respectivos. La infección por el virus redujo el número de semillas que producen plantas establecidas, con reducciones del 30-33% en Mo17, 20,9% en Mo17xB73, 7,5-7,7% en B73 y 4,4-8,3% en B73xMo17. Además las plantas establecidas procedentes de semillas de plantas infectadas, de las dos líneas puras e híbridos, fueron menos vigorosas que las derivadas de los controles, con reducciones del 5,7-10,8% en el peso total de la planta, del 0,9-3,2% en la altura del tallo, 0,7-8,2% en la longitud de las raíces adventicias, 2,7-10% en el número de raíces adventicias y del 2,2-13,8% en el número de raíces adventicias de anclaje. El desarrollo de las plantas establecidas de Mo17 y Mo17xB73 fue el más afectado.

Palabras clave: Potyvirus, MDMV-Sp, Establecimiento plantas, Vigor.

SUMMARY
EFFECT OF MAIZE DWARF MOSAIC VIRUS (MDMV) INFECTION ON THE ESTABLISHMENT OF MAIZE PLANTS AND THEIR VIGOUR

This study reports the effect of maize dwarf mosaic virus (MDMV) on the establishment of plants from seeds of maize dwarf mosaic virus artificially infected plants of two maize inbreds, one susceptible Mo17 and one tolerance B73 and their hybrids. Virus infection reduced the number of seeds that produced established plants; reductions were 30-33% on Mo17, 20.9% on Mo17xB73, 7.5-7.7% on B73 y 4.4-8.3% on B73xMo17. In addition, the estabished plants from seeds of infected-plants of both maize inbreds and hybrids were ligther than those from controls. Weight of plants decreased by 5.7-10.8%, length shoot by 0.9-3.2%, length of adventitious roots by 0.7-8.2%, number of adventitious roots by 2.7-10% and number of brace roots by 2.2-13.8%. The growth of Mo17 and Mo17xB73 estabished plants was the most suppressed.

Key words: Potyvirus, MDMV, Establishment of plants, Vigour.

Introducción

El virus del mosaico enanizante del maíz (MDMV) es un miembro del género Potyvirus, mundialmente distribuido, probablemente presente en todas las zonas donde se cultiva maíz y sorgo, con excepción de Australia (FORD *et al.*,1989). No obstante, en muchos países o regiones, es difícil determinar por la literatura si se trata de este virus u otro de los Potyvirus que infectan a maíz, sorgo, caña de azúcar, y otras poáceas. Actualmente estos virus se incluyen dentro del complejo del virus del mosaico de la caña de azúcar (SCMV), que incluye además de MDMV y SCMV, el virus del mosaico del sorgo (SrMV) y el virus del mosaico de la cañota (JGMV) (SHUKLA *et al.*, 1989; TOSIC *et al.*, 1990). En Cataluña se ha verificado la presencia de MDMV en las áreas de mayor producción maicera, y la caracterización molecular y biológica de uno de los aislados ha indicado que es una cepa distinta a la A, presente en EE.UU., y se ha denominado MDMV-Sp (ACHÓN *et al.*, 1994 y 1996).

Los huéspedes naturales de este virus son maíz, sorgo y cañota, en los que induce mosaico y, ocasionalmente, enanismo y lesiones necróticas. Experimentalmente, se ha comprobado que muchas especies de gramíneas son susceptibles a este virus (TOSIC y FORD, 1972; ROSENKRANZ, 1978, 1980, 1983, 1987; ACHÓN *et al.*, 1996). El trigo, cebada, avena, centeno y el arroz cultivados no son huéspedes del mismo (FORD *et al.*,1989). MDMV es transmitido de forma no persistente por numerosas especies de pulgones pertenecientes a tres subfamilias de pulgones (NAULT y KNOKE, 1981). *Schizaphis graminum*, *Rhopalosiphum maidis*, *R. padi*, y *Sitobium avenae* son, en orden de mayor a menor eficiencia, transmisores de los aislados MDMV-Sp y Sp1 (ACHÓN *et al.*, 1996). Una de las características más discutidas de este virus es su transmisión a través de la semilla de maíz. Las tasas de transmisión citadas son bajas del 0,007%-0,4% (SHERPERD y HOLDEMAN , 1965; WILLIAMS *et al.*,1968; MIKEL *et al.*, 1984) o nulas (PANAYOTOU, 1981; ACHÓN *et al*, 1996).

Los descensos de producción que puede ocasionar en maíz y sorgo oscilan entre el 7-46% (GENTER *et al.*, 1967; LOUIE y DARRAH, 1980; ROSENKRANZ y SCOTT, 1978, SCOTT *et al.*, 1988; FUCHS y GURNTZING 1995; ACHÓN *et al.*, 1995). En contraste a los numerosos estudios sobre los descensos de producción, pocos estudian el efecto de este virus sobre el establecimiento de plantas derivadas de semillas de plantas infectadas.

El objetivo de este trabajo ha sido determinar el efecto de MDMV en el establecimiento de plantas y su vigor en dos líneas puras de maíz, una considerada susceptible, Mo17, y otra tolerante, B73, así como sus híbridos. Los pocos estudios realizados a este respecto han estimado el efecto del virus sobre el establecimiento de la planta indirectamente, mediante estudios de germinación (STAKIC y SAVIC, 1984; PANAYOTOU, 1981). Dado que bajo condiciones de infección natural no se puede controlar ni el momento de la infección ni el aislado del virus, debido a que la dispersión de MDMV es un proceso continuo por los pulgones, se ha procedido a la inoculación artificial del virus sobre las plantas parentales de la semillas.

Material y métodos

Origen de las semillas

Durante dos años consecutivos se produjeron en el campo semillas de las líneas

puras de maíz Mo17 y B73, así como de sus híbridos (Mo17x B73, B73 x Mo17), en zonas alejadas de otras de cultivo de maíz. Las plantas madres de las semillas se inocularon o no (controles) mecánicamente con cantidades iguales de hojas de maíz infectadas con los aislados MDMV-Sp y Sp1, según describe ACHÓN *et al.* (1996), en el estadio de 5 hojas. La infección de las plantas con el virus se determinó a los 15 días postinoculación, por síntomas y por DAS-ELISA (CLARK y ADAMS, 1977) usando un antisuero policlonal anti-MDMV-Sp1. Después de la recolección, las semillas se mantuvieron a 4°C hasta su utilización.

Efecto de MDMV sobre el establecimiento de la planta

Se ensayaron 1.296 semillas de cada línea pura e híbrido obtenidas en el primer año, la mitad de las cuales procedían de plantas madres inoculadas e infectadas con el virus y la otra mitad de plantas sin inocular, y 736 semillas de cada línea pura o híbrido obtenidas en el segundo año. En este último año no se pudo obtener el híbrido Mo17xB73 por desfases entre las inflorescencias de las dos líneas puras. Se sembraron un total de 7.392 semillas en bandejas de plástico con 28 tiestos de 8 x 8 x 6 cm de capacidad, en un substrato comercial estéril. Dada la imposibilidad de ensayar todas las semillas de un mismo año a la vez, se realizaron siembras sucesivas; en cada una de ellas se ensayaron el mismo numero de semillas de cada uno de los tratamientos. Las bandejas se mantuvieron en un invernadero a prueba de insectos en condiciones de iluminación (14h) y temperatura controlada (25-30°C). Aproximadamente a los 45-50 días después de la siembra se contaron el número de plantas establecidas de cada tratamiento, considerando como planta establecida, planta viva en estado vegetativo de 6-8 hojas.

Efecto de MDMV sobre el peso, altura y sistema radicular de las plantas establecidas

Se determinaron el peso total de la planta, la longitud del tallo (longitud entre el primer nudo y el nudo de la última hoja), el número y la longitud de raíces adventicias y el número de raíces adventicias de anclaje, de un total de 400 plantas, 100 por cada línea pura e híbrido, la mitad de las cuales procedían de parentales inoculados e infectados con el virus y la otra mitad de parentales sin inocular. Las observaciones se realizaron en el estado vegetativo de 6-8 hojas. En este estado, el sistema radicular está prácticamente formado por raíces adventicias, dado que el sistema radicular seminal sólo es funcional hasta el estado de 5-6 hojas (LÓPEZ-BELLIDO, 1990). Por ello el sistema radicular se ha evaluado utilizando la nomenclatura de LÓPEZ-BELLIDO (1990) y FELDMAN (1996). La elección de las plantas a analizar se realizó siguiendo un trazado en forma de cruz en las bandejas.

Los datos se analizaron estadísticamente mediante análisis de la varianza (ANOVA), y cuando se determinaron diferencias significativas entre tratamientos se realizó la separación de medias mediante prueba de Duncan.

Resultados y Discusión

La infección de MDMV redujo significativamente el porcentaje de semillas que alcanzaron el estado de planta en la línea

CUADRO 1
EFECTO DE LA INFECCIÓN DEL VIRUS DEL MOSAICO ENANIZANTE DEL MAÍZ EN EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS
TABLE 1
EFFECT OF MAIZE DWARF MOSAIC VIRUS INFECTION ON THE ESTABLISHMENT OF PLANTS

Año[1]	Línea/ híbrido *Inbred / hybrid*	Porcentaje de semillas que producen plantas establecidas[2] *Percentage of seeds that produced established plants*		
1		C[3]	I[4]	Reducciones[5]
	B73	68,75 a	63,42 a	7,75
	B73 x Mo17	77,16 a	70,67 a	8,3
	Mo17	48,09 a	32,16 b	33,1
	Mo17 x B73	84,69 a	66,97 b	20,9
2				
	B73	87,43 a	80,83 a	7,54
	B73 x Mo17	90,45 a	86,45 a	4,42
	Mo17	85,84 a	59,88 b	30,2

1: año producción de semilla; 2: las observaciones en estado de 6-8 hojas; 3: semillas de plantas control; 4: semillas de plantas infectadas; 5: reducciones calculadas según: [(I-C)/C]x100. Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas a un nivel de significación $p<0,05$ en la prueba Duncan.

1: year of seed obtention; 2: observations were taken at stage of 6-8 leaves; 3: seeds from control plants; 4: seeds from infected plants. 5: reductions were calculated as follows: [(I-C)/C]x100. Means fallowed by the same letter are not significantly different at $p<0.05$ on Duncan test.

pura de maíz Mo17 y el híbrido Mo17x B73 y no significativamente en la línea pura B73 y el híbrido B73 x Mo17, en los dos años de obtención de semilla (cuadro 1). Las reducciones fueron ligeramente mayores en las semillas obtenidas el primer año. Las semillas de Mo17 fueron las más afectadas, experimentando reducciones entre el 30-33%, seguidas de las semillas del híbrido con parental femenino Mo17, que experimentaron una reducción del 21%. El efecto de la infección del virus sobre las semillas de B73 fue muy similar en los dos años de producción de semilla, con reducciones inferiores al 8%. El híbrido con parental femenino B73 presentó una reducción similar a esta línea pura, en el primer año de producción de semilla y, aproximadamente la mitad que esta línea, en el segundo año de producción de semilla.

Estos resultados indican que el efecto de MDMV sobre el establecimiento de plantas depende de la variedad de maíz y está probablemente ligado a la susceptibilidad de la misma al virus. STACKIC y SAVIC (1984) observaron que la germinación de las semillas de plantas infectadas con MDMV se reduce entre un 2,93-19,2 %, según la variedad de maíz, aunque no especifican la susceptibilidad de las variedades al virus. Contrariamente a estos resultados, PANAYOTOU

(1981) no encontró efecto sobre la germinación, pero sí un efecto negativo sobre el tallo, raíces seminales y adventicias de plántulas de una variedad de maíz, de la cual tampoco especifica su susceptibilidad al virus.

Nuestros resultados indican que el efecto de MDMV sobre el establecimiento de plantas está ligado a la susceptibilidad de la variedad de maíz, puesto que las mayores reducciones en el número de plantas establecidas las presentaron la línea susceptible Mo17 y el híbrido, cuando dicha línea actuó como parental femenino. La reducción experimentada por las semillas de Mo17x B73, más próxima a la del parental femenino, podría ser debida a que prácticamente toda la masa de la semilla es de origen materno y al vigor híbrido, más que al efecto del parental masculino. La reducción en el número de plantas establecidas que experimentaron las semillas del híbrido B73-xMo17, próximas o inferiores al parental femenino, confirmarían el efecto, prácticamente nulo del parental masculino. De este resultado se deduce una recomendación práctica indudable para la producción de semilla híbrida: la utilización como parental femenino de una línea pura de maíz resistente/ tolerante al virus, en zonas con incidencia elevada de MDMV.

Las plantas establecidas derivadas de semillas de plantas infectadas resultaron menos vigorosas que las derivadas de los controles sin inocular, aunque significativamente ($P<0,05$) sólo algunas de las características analizadas del sistema radicular de Mo17 y Mo17xB73 (cuadros 2 y 3). Se observaron reducciones tanto en las partes áreas como en el sistema radicular. La longitud del tallo resultó poco afectada por la infección, observándose una reducción glo-

CUADRO 2
EFECTO DE LA INFECCIÓN DEL VIRUS DEL MOSAICO ENANIZANTE DEL MAÍZ EN EL PESO Y LONGITUD DE LAS PLANTAS ESTABLECIDAS
TABLE 2
EFFECT OF MAIZE DWARF MOSAIC VIRUS INFECTION ON THE WEIGHT AND LENGTH SHOOT OF ESTABLISHED PLANTS

Línea/híbrido *Inbred/hybrid*	Peso medio de las plantas (g)[1] *Mean weight of plants (g)*				Longitud tallo (cm) *Length of shoot (cm)*			
	C[2]	I[3]		Reducciones[4]	C	I		Reducciones
B73	3,94	3,7	ns	6	11,52	11,14	ns	3,6
B73x Mo17	4,36	4,11	ns	5,7	12,21	12,1	ns	0,9
Mo17x B73	3,84	3,51	ns	8,5	10,68	10,48	ns	1,87
Mo17	3,69	3,29	ns	10,8	9,77	9,68	ns	0,92

1: las observaciones tomadas en estado de 6-8 hojas; 2: semillas de plantas control; 3: semillas de plantas infectadas; 4: reducciones calculadas según: |(I-C)/C|x100; ns: no significativo a $p<0,05$.

1: observations were taken at stage of 6-8 leaves; 2: seeds from control plants; 3: seeds from infected plants. 4: reductions were calculated as follows: [(I-C)/C]x100; ns: not significantly at p<0.05.

CUADRO 3
EFECTO DE LA INFECCIÓN DEL VIRUS DEL MOSAICO ENANIZANTE DEL MAÍZ EN EL SISTEMA RADICULAR DE LAS PLANTAS ESTABLECIDAS

TABLE 3
EFFECT OF MAIZE DWARF MOSAIC VIRUS INFECTION ON THE ROOT SYSTEM OF ESTABLISHED PLANTS

Línea/ híbrido	Raíces adventicias[1] *Adventicious roots*								Núm. Raíces adventicias de anclaje			
Inbred /hybrid	Longitud (cm)				Número				*N.° brace roots*			
	C[2]	I[3]		Reducciones[4]	C	I		Reducciones	C	I		Reducciones
B73	26,76	24,54	ns	8,2	3,68	3,58	ns	2,7	3,98	3,89	ns	2,2
B73x Mo17	23,14	22,98	ns	0,7	4,22	3,94	ns	6,8	4,34	4,22	ns	2,7
Mo17x B73	26,71	24,69	*	7,5	3,77	3,53	ns	6,3	3,89	3,35	*	13,8
Mo17	26,34	24,54	ns	6,8	3,85	3,45	*	10	3,84	3,33	ns	13,2

1: las observaciones tomadas en estado de 6-8 hojas; 2: semillas de plantas control; 3: semillas de plantas infectadas; 4: reducciones calculadas según: |(1-C)/C|x100; ns: no significativo y * significativo a p<0,05.

*1: observations were taken at stage of 6-8 leaves; 2: seeds from control plants; 3: seeds from infected plants. 4: reductions were calculated as follows: [(1-C)/C]x100; Ns: not significantly and * significantly at p<0.05.*

bal inferior al 2%. PANAYOTOU (1981) obtuvo reducciones mayores en la longitud del tallo, aunque realizó las observaciones a los doce días después del inicio de la germinación. No resulta sorprendente que la reducción en la altura de las plantas establecidas sea poco apreciable, si se tiene en consideración que las reducciones en altura determinadas para este virus, por deliberada inoculación del virus en el estado de 5 hojas e incluso en estados más precoces de inoculación, han sido del 3,5 al 8% (ROSENKRANZ y SCOTT, 1978; ACHÓN, datos no publicados) y las máximas determinadas del 14% (GENTER *et al.*, 1973).

Las plantas establecidas de Mo17 y Mo17x B73 presentaron las mayores reducciones en el peso total de la planta, número de raíces adventicias de anclaje y Mo17 en el número de raíces adventicias. El efecto de la infección sobre la longitud de las raíces adventicias de las plantas establecidas de B73xMo17 fue casi nula, en contraste las plantas de B73 presentaron reducciones del 8,2%, ligeramente superior a las que presentaron Mo17 y Mo17x B73. Las reducciones determinadas por STACKIC y SAVIC (1984) sobre el sistema radicular seminal son inferiores a las determinadas en este trabajo, mientras que las determinadas por PANAYOTOU (1981), para el peso total de plántula y dimensiones del sistema radicular seminal, son, en general, superiores. Aunque, más probablemente, la magnitud de las reducciones sea debido a un efecto varietal, las reducciones superiores determinadas por PANAYOTOU (1981) podrían traducirse en una reducción del número de plántulas establecidas, dado el estado que realiza las observaciones, como ya se ha mencionado. Las reducciones observadas en nuestro trabajo podrían traducirse en que estas plantas fueran menos competitivas frente a otras con mayor vigor e incluso ser más vulnerables al ataque de patógenos. SCOTT y ROSENKRANZ (1981) en su estudio sobre la competencia planta-planta, determinan que plantas infectadas rodeadas de infectadas producen entre un 11-27% menos que las sanas rodeadas de sanas y que plantas infectadas rodeadas por plantas sanas tienen una reducción adicional en su rendimiento del 16%.

El efecto que MDMV tiene sobre el establecimiento y el desarrollo de éstas podría atribuirse, en principio, a que la infección con el virus reduce las tasas fotosintéticas hasta un 31% (TU *et al.*, 1968), lo cual podría implicar una disminución en el desarrollo y el peso de la semilla. No obstante, PANAYOTOU (1981) no encuentra una relación directa entre la reducción en peso de la semilla y el establecimiento de plántulas, y sugiere que los cambios degenerativos en el desarrollo de las plántulas pueden ser debidos a cambios hormonales, enzimáticos e incluso anatómicos que la infección induce en la planta madre.

Conclusiones

La infección de MDMV afecta negativamente al establecimiento de plantas de semillas derivadas de plantas infectadas. La magnitud de las reducciones depende de la susceptibilidad de la variedad de maíz, y en el caso de los híbridos simples, principalmente de la susceptibilidad/ tolerancia del parental femenino.

Las plantas establecidas derivadas de semillas de plantas infectadas con el virus son menos vigorosas que las derivadas de los controles. En general, las plantas más afectadas fueron las de la línea de maíz susceptible.

Agradecimientos

A los doctores R. Albajes, J.A. Martín-Sánchez y V. Medina (Centro UdL-IRTA) por sus consejos en la realización de este estudio y en la discusión del manuscrito. Al Dr. A. Álvarez (Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza) por proporcionarnos las semillas originales de las dos líneas puras de maíz.

Bibliografía

ACHÓN M.A., MEDINA V., SHANKS M., MARKHAM P., LOMONOSSOFF G.P., 1994. Characterisation of a maize-infecting potyvirus from Spain. Eur.J. Plant Pathol, 100, 157-165.

ACHON M.A., LOMONOSSOFF G.P., MEDINA, M., 1995. Studies on maize dwarf mosaic virus (MDMV) in northeast Spain. Agronomie 15, 501.

ACHÓN M.A., PINNER M., MEDINA M., LOMONOSSOFF G.P., 1996. Biological characteristics of maize dwarf mosaic potyvirus from Spain. Eur.J Plant Pathol. 102, 697-705.

CLARK M.F., ADAMS A.N., 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. J Gen Virol., 34, 475-483.

FELDMAN L., 1996. The maize root. En : The maize handbook, pp 28-37. Freeling, M. Walbot, V. (Ed.), 759 pp. Springer-Verlag, New York.

FORD R.E., TOSIC M., SHUKLA D.D., 1989. Maize dwarf mosaic virus. CMI/AAB. No. 341.

FUCHS E., GURNTZING M., 1995. Influence of sugarcane mosaic virus (SCMV) and maize dwarf mosaic virus (MDMV) on the growth and yield of two maize varieties. J. Plant Dis Protect, 102, 44-50.

GENTER C.F., ROANE C.W., TOLIN S.A., 1975. Effects of maize dwarf mosaic virus on mechanically inoculated maize. Crop Sci, 13, 531-534.

LÓPEZ-BELLIDO L., 1990. Cultivos herbáceos vol.1: Cereales. 539 pp. DE. Mundi-Prensa. Bilbao.

LOUIE R., DARRAH L.L., 1980. Disease resistance and yield loss to sugarcane mosaic virus in East African-Adapted maize. Crop Sci. *20*, 638-640.

MIKEL M.A., D'ARCY C.J., FORD R.E., 1984. Seed transmission of maize dwarf mosaic virus in sweet corn. Phytopath Z. 110, 185-191.

NAULT L.R., KNOKE J.K.,1981. Maize vectors. South. Coop. Ser. Bull. No 247, 77.

PANAYOTOU P.C., 1981. Investigations on seed transmission of maize dwarf mosaic virus and its effect on the establishment of seedlings. J. Plant Dis Protect, 88, 621-625.

ROSENKRANZ E., 1978. Grasses native or adventive to the United States as new hosts of maize dwarf mosaic and sugarcane mosaic viruses. Phytopathology, 68, 175-179.

ROSENKRANZ E., SCOTT G.E., 1978. Effect of plant age at time of inoculation with maize dwarf mosaic virus on disease development and yield in corn. Phytopathology, 68, 1688-1692.

ROSENKRANZ E., 1980. Taxonomic distribution of native Mississsippi grass species susceptible to maize dwarf mosaic and sugarcane mosaic viruses. Phytopathology, 70, 1056-1061.

ROSENKRANZ E., 1983. Susceptibility of representative native Mississippi grasses in six subfamilies to maize dwarf mosaic virus strains A and B and sugarcane mosaic virus strain B. Phytopathology, 73, 1314-1321.

ROSENKRANZ E., 1987. New hosts and taxonomic analysis of the Mississippi native species tested for reaction to maize dwarf mosaic and sugarcane mosaic viruses. Phytopathology, 77, 598-607.

SHEPHERD R.J., HOLDEMAN Q.L., 1965. Seed transmission of the johnson grass strain of the sugarcane mosaic virus in corn. Plant Dis Rep. 49, 468-469.

SHUKLA D.D., TOSIC M., JILKA J., FORD R.E., TOLER R.W., LANGHAN M.A.C., 1989. Taxonomy of potyviruses infecting maize, sorghum, and sugarcane in Australia and the United States as determined by reactivities of polyclonal antibodies directed towards virus-specific N-termini of the coat proteins. Phytopathology, 223-229.

SCOTT G.E., DARRAH L.L., WALLIN J.R., WEST D.R., KNOKE J.K., LOUIE R., GUDA R.T., BOCKHOLT A.J., DAMSTEEGT V.D., UYEMOTO J.K. 1988. Yield los-

ses caused by maize dwarf mosaic virus in maize. Crop Sci. 28. 691-694.

SCOTT G.E., ROSENKRANZ E., 1981. Effect of field distribution of Maize Dwarf Mosaic-diseased corn plants on yield. Plant Dis. 65, 802-803.

STAKIC D., SAVIC R., 1984. Effect of mosaic virus disease on germination of maize seeds and dimension of primary roots of maize. Zastita bilja. *35*, 373-377.

TOSIC M., FORD R.E., 1972. Grasses differentiating sugarcane mosaic and maize dwarf mosaic viruses. Phytopathology. 62. 1466-1470.

TOSIC M., FORD R.E., SHUKLA D.D., JILKA J., 1990. Differentiation of sugarcane, maize dwarf, johnsongrass and sorghum mosaic viruses based on reactions of oat and some sorghum cultivars. Plant Dis. 74. 549-552.

TU J.C., FORD R.E., KRASS C.J., 1968. Comparison of chloroplast and photosynthetic rates of plants infected and not infected by maize dwarf mosaic virus. Phytopathology. 58. 285-288.

WILLIAMS L.E., FINDLEY W.R., DOLLINGER E.J., RITTER R.M., 1968. Seed transmission studies of maize dwarf mosaic virus in corn. Plant Dis Rep. 52. 863-864.

(Aceptado para publicación el 15 de abril de 1998)

ITEA (1998), Vol. 94V N.º 3, 118-128

INFLUENCIA DE LA PODA EN MELOCOTONERO CULTIVADO BAJO SECANO EN EL TRÓPICO MEXICANO

J.A. Zegbe Domínguez
M.H. Pérez Barraza
J.L. Chan Castañeda

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental Zacatecas
Apartado Postal N.º 18
Calera de V.R., Zacatecas
98500 MÉXICO

RESUMEN

Se estudió el efecto de la época de poda, intensidad de despunte del ramo mixto y la eliminación o no de las chifonas y ramilletes de mayo del melocotón criollo de cinco años de edad, cultivado bajo secano en el trópico mexicano. El peso de la fruta de diámetro ecuatorial > 5.1 cm se incrementó significativamente ($P \leq 0.05$) con la poda invierno y eliminando el 25 % de la longitud original del ramo mixto. El mismo tratamiento mejoró significativamente ($P \leq 0.05$) el crecimiento fresco y seco del fruto, así como crecimiento vegetativo y algunas variables de la calidad del fruto. Este efecto fue adverso cuando los árboles fueron podados durante la primavera.

Palabras clave: *Prunus persica* (L.) Batsch, Época de poda, Intensidad de despunte.

SUMMARY
INFLUENCE OF PRUNING ON CLINGSTONE PEACHES CULTIVATED UNDER RAINFED CONDITIONS IN THE MEXICAN TROPIC

The pruning time and pruning severity of fruiting shoots as well as the elimination of weak unmixed fruiting were studied in a commercial orchard of five-year-old clingstone peach trees cultivated under rained conditions in the Mexican tropic. Fruit weight with equatorial diameter > 5.1 cm was significantly ($P \leq 0.05$) increased by winter pruning and eliminating a 25% of fruiting shoot length. Fresh and dry fruit growth and vegetative growth as well as some fruit quality variables were significantly ($P \leq 0.05$) improved by the same treatment. The opposite effect was observed when trees were spring pruned.

Key words: Prunus persica (L.) Batsch, Pruning time, Pruning severity.

Introducción

En la región norte-centro de México, 22,770 ha son cultivadas con melocotón criollo bajo condiciones de secano con 416 mm de precipitación pluvial anual. Durante 1983, en esta área se aplicó una encuesta a una muestra compuesta por 115 producto-

res de este frutal. Los resultados mostraron que solamente el 60% de los entrevistados afirmó realizar la poda de fructificación y que el 48% conocía los beneficios derivados de esta práctica. Posteriormente, en 1995 la encuesta se actualizó a nivel nacional, determinándose que el 42% de los productores no realiza este tipo poda (ZEGBE, 1995). Ambos estudios revelaron la falta de información sobre esta práctica y su efecto en el rendimiento y crecimiento vegetativo del melocotonero.

En altas latitudes, la poda de invierno en manzano y melocotón, entre otras especies frutales caducifolias, es una práctica común entre los productores para incrementar el tamaño de fruta, promover el desarrollo de madera nueva para el siguiente año y mantener un tamaño adecuado de los árboles (TESKEY y SHOEMAKER, 1972; HAYDEN y EMERSON, 1975; WESTWOOD, 1978). En contraste, la mayoría de los productores de melocotón de la región norte-centro de México han sustituido la poda de invierno por la de primavera, con la finalidad de reducir el daño al rendimiento por la presencia de temperaturas por debajo de 0 °C durante esta estación del año. Excepto por los resultados de DANIELL (1973, 1975), poca información existe con relación a la poda de primavera.

Otro aspecto de la poda es la severidad de la misma; al respecto, JONKERS (1982) comprobó que el crecimiento lateral de brotes del manzano fue proporcional a la severidad de la poda, pero el rendimiento fue reducido en la misma proporción en melocotón (TESKEY y SHOEMAKER, 1972).

Por la naturaleza de las chifonas y ramilletes de mayo, PÉREZ y CHAN (1988) consideran que estas estructuras por demandar fotosintatos de otras partes del árbol, disminuyen tanto el tamaño de los frutos como el crecimiento lateral de brotes, sin embargo, ésto no ha sido demostrado plenamente. El objetivo del presente estudio fue evaluar dos épocas de poda, severidad de despunte en ramo mixto, y la eliminación o no de chifonas y ramilletes de mayo en melocotonero criollo cultivado en secano.

Materiales y métodos

Sitio experimental y manejo de los árboles

La investigación se condujo de septiembre de 1984 a octubre de 1985, en un huerto comercial de melocotonero criollo explotado bajo condiciones de secano. Este se encuentra ubicado en Guadalupe Victoria, Jerez, Zacatecas, México (22° 51' LN, 102° 57' LO).

El suelo presentó una textura franca y el contenido de materia orgánica fue extremadamente pobre; además, se detectó un contenido pobre de nitrógeno y una concentración media de fósforo, potasio y magnesio. El pH fluctuó de ligeramente ácido (6,2) a alcalino (7,95).

El clima de esta región se clasifica como semicálido desértico. La precipitación pluvial durante 1985 fue de 586 mm, de la cual el 68 % se distribuyó de junio a septiembre y el resto de octubre a enero. Durante el periodo experimental, la relación precipitación-evaporación (P/E) se consideró como excelente, ya que en el segundo semestre de 1985, ésta estuvo por arriba del 50%; esto implicó que los árboles no "sufrieran" por déficit hídrico durante la elongación del fruto.

El material vegetativo fue criollo de la región propagado por semilla. Los frutos son de pulpa amarilla y hueso adherente

con un periodo promedio de desarrollo de 160 días. Al iniciar el estudio, los árboles tenían 5 años de edad, con una altura promedio de 1.89 m, plantados a una distancia de 5 x 5 m, y conducidos a centro abierto. En septiembre de 1984, inmediatamente después de la cosecha, se aplicó una fertilización nitrogenada (50 kg/ha) al suelo en el área de goteo de cada árbol. Esta actividad se realizó aprovechando el último período de lluvias. El fósforo y potasio, a razón de 50 kg/ha, fueron aplicados a fines de mayo de 1985, cerca de la época de lluvia. El raleo de la fruta se realizó durante la primera semana de abril de 1985, y consistió en dejar un fruto por nudo. De febrero a septiembre de 1985, se mantuvo un programa de aplicación de pesticidas para prevenir y controlar plagas y enfermedades.

Estructura experimental

Se evaluó el efecto de los factores: a) época de poda (EP), que implicó podar en invierno (durante la última semana de febrero), o en primavera cuando los árboles presentan asentamiento de frutos y que la probabilidad de ocurrencia de una helada fuera del 12% (en la segunda semana de abril); b) la severidad de despunte en ramos mixtos (SDRM), se refirió a no despuntar (0%) o despuntar el 25 o 50 % de la longitud del ramo productivo, y c) consistió en la eliminación o no de las chifonas y ramilletes de mayo (ChRm). Todos los árboles fueron rebajados en altura y aclareados en los ramos mixtos.

Variables de respuesta

Tamaño de frutos y rendimiento

Tomando en consideración el diámetro ecuatorial (DE) de los frutos cosechados, éstos fueron separados y pesados en cinco categorías, de acuerdo con los tamaños usados en la selección de la fruta [1 (> 5,1 cm), 2 (4,4 a 5,0 cm)], 3 (3,8 a 4,3 cm), 4 (2,5 a 3,7 cm), [5(< 2.5 cm)]. Se generaron otras dos categorías de fruta: comercial, que resultó de la suma de todas las categorías de fruto con excepción de la fruta de deshecho o menor a 2.5 cm de diámetro, y el rendimiento total de frutos cosechados.

Crecimiento de fruto y longitud de brotes

La curva característica del crecimiento del fruto se determinó de la siguiente manera: cinco frutos tomados al azar de la parte media periférica de los árboles fueron colectados cada 14 o 15 días, a partir del 10 de abril al 28 de agosto de 1985. Los frutos fueron depositados en bolsas de polietileno, y refrigerados a 6 °C. Tan pronto como fue posible, el peso fresco de cada fruto (g) fue determinado en una balanza analítica. También, la longitud (cm) de cuatro brotes orientados a los puntos cardinales fueron medidos quincenalmente del 5 de mayo al 23 de octubre.

Calidad de fruto

Durante la dinámica de la maduración del fruto se midieron los siguientes parámetros: firmeza, % de sólidos solubles, acidez total y pH. El muestreo semanal se inició el 5 de agosto antes del inicio del envero; cinco frutos fueron colectados al azar de la parte media de los los árboles. Tan pronto como fue posible, a cada fruto se le eliminó una pequeña porción del epicarpio de la parte ecuatorial y se cuantificó la firmeza (Fi) con un penetrómetro equipado con un sumergidor de 7.5 mm de diámetro; después, se eliminó el total del epicarpio y el hueso para extraer el jugo; del cual, una porción sirvió para determinar el % de sóli-

dos solubles (Ss) con un refractómetro (American Optical) corregido por temperatura a 20 °C. Posteriormente, con un potenciómetro se midió el pH del jugo. Para cuantificar la acidez total (At) en miliequivalentes por litro (Meq l^{-1}), 10 ml de jugo fueron mezclados con 0.5 ml de azul de bromotimol y 30 ml de agua destilada. Finalmente, la mezcla fue titulada a un pH de 7.0 con NaOH al 0.1 N.

Diseño experimental

Se usó un diseño experimental en bloques completos al azar con un arreglo en parcelas sub-sub-divididas. EP, SDRM y ChB fueron considerados como parcela, sub-parcela, y sub-sub-parcela, respectivamente. En la clasificación por tamaño, rendimiento de fruta y longitud de los brotes, se utilizaron 10 repeticiones por tratamiento. Para determinar la dinámica de crecimiento y maduración de los frutos, tres repeticiones, como parcelas destructivas, fueron utilizadas como parcelas destructivas. En todos los casos, la unidad experimental estuvo constituida por un árbol. Para disminuir el error experimental los bloques fueron formados con árboles con diámetros de tronco similares (PEARCE, 1974). El análisis de la información se procesó en el Sistema de Análisis Estadístico. (SAS, 1989).

Resultados y discusión

Tamaño de frutos y rendimiento

El análisis de la varianza detectó interacción significativa ($P \leq 0.05$) entre EP y SDRM para el peso de la fruta en las categorías 1 y 3. El peso de la fruta de la categoría 1 aumentó proporcionalmente a la intensidad de despunte del ramo mixto, cuando los árboles fueron podados en el invierno (Figura 1A). La diferencia estadística ($P \leq 0.05$) se encontró entre no podar y podar el 25% de la longitud del ramo mixto, pero no hubo significación entre 25 y 50 % de la severidad de despunte; no obstante que éste último tratamiento tendió a incrementar el peso de este tamaño de fruta. Con relación a la época de poda, lo encontrado está en acuerdo con resultados previos ((TESKEY y SHOEMAKER, 1972; HAYDEN y EMERSON, 1975; WESTWOOD, 1978). En contraste, cuando los árboles fueron podados durante la primavera a cualquier intensidad de despunte, prácticamente no estimuló el peso de esta categoría de fruta (Figura 1A). El peso de la fruta de la categoría 3 fue reducido proporcionalmente a la intensidad del despunte en ambas épocas de poda (Figura 1B).

Como no se detectó interacción significativa entre EP y SDRM en el resto de las categorías, los efectos principales fueron estudiados por separado. El resultado del análisis de la varianza indicó que la época de poda no influyó significativamente ($P \leq 0.05$) en el resto de las categorías (Cuadro 1). Un dato importante es que la poda de primavera no aumentó el peso del rendimiento total e inclusive redujo la eficiencia productiva, lo cual está en desacuerdo con los resultados de DANIELL (1975) y ZEGBE *et al.* (1997) para melocotón cultivado en riego. Entonces, contrario a la idea central de los productores de la región, la poda primavera no tiene ninguna ventaja en la reducción del daño por heladas tardías para melocotón cultivado bajo secano.

Por otra parte, con excepción de la categoría 2, el análisis de la varianza para el efecto de SDRM indicó que todas las categorías fueron reducidas en peso proporcionalmente a la intensidad de despunte (Cua-

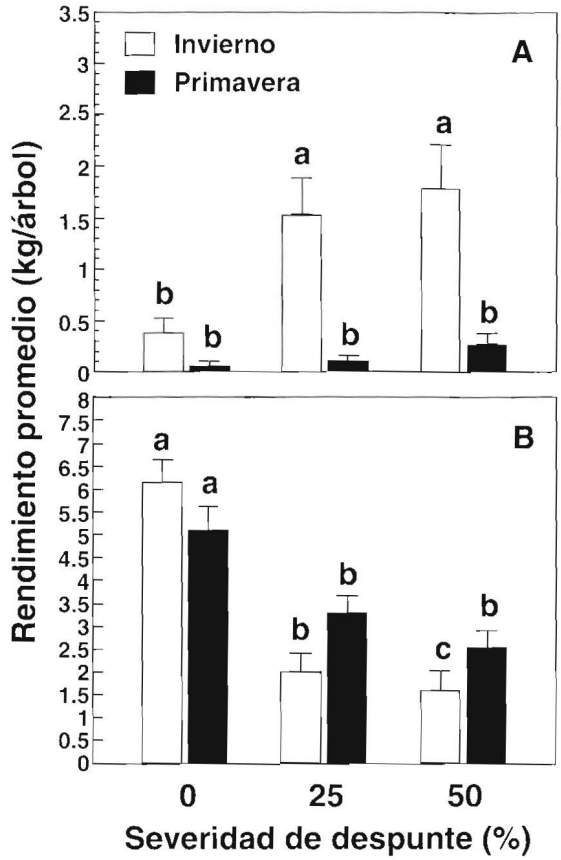


Figura 1. Influencia de la interacción época de poda y severidad de despunte del ramo mixto en el peso de la fruta con un diámetro ecuatorial > 5,1 (A); de 4,4 a 5,0 (B); y de 3,8 a 4,3 (C) cm. Las barras verticales indican el promedio en kilogramos ± el error estándar. Medias de tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey (P≤ 0.05)

dro 2), confirmando así resultados previos (TESKEY SHOEMAKER, 1972; WESTWOOD, 1978; ZEGBE *et al.*, 1998). La diferencia estadística ($P \leq 0.05$) se encontró entre 0 y 25% de la severidad de despunte.

Crecimiento de fruto y longitud de brotes

La interacción entre EP y SDRM también afectó significativamente ($P \leq 0.05$) el crecimiento promedio del fruto y la longitud del brote. Cuando los árboles fueron podados en el invierno y la intensidad de despunte fue igual o mayor al 25%, el crecimiento fresco y seco del fruto se incrementó proporcionalmente con relación a aquellos que fueron o no podados durante la primavera (Figura 2A y 2B, respectivamente). El mismo efecto se produjo con el crecimiento lateral del brote (Figura 2C).

CUADRO 1
INFLUENCIA DE LA EPOCA DE PODA (EP) SOBRE LA DISTRIBUCION DE ALGUNOS TAMAÑOS DE FRUTA (KG) Y EFICIENCIA DE PRODUCCION (EP) POR ARBOL DE MELOCOTON CRIOLLO. 1985

	Distribución de la fruta (kg)					Ep
EP	2 (4,4-5.0 cm)	4 (2,5-3,7 cm)	5 (< 2,.5 cm)	Comercial	Total	(kg/cm^2)
Invierno	3,42 a	1,06 a[y]	2,70 a	8,96 a	11,65 a	0,49 a
Primavera	2,41 a	1,20 a	2,99 a	7,39 a	10,37 a	0,43 a
DMS	1,02	0,45	0,86	1,60	1,75	0,07

Análisis de la varianza[z]

Fuente de variación	gl	Cuadrados medios					
EP	1	2,19ns	0,17ns	0,44ns	1,62ns	0,69ns	0,10ns
Error a	9	0,41	0,16	0,29	0,35	0,46	0,03

[z] Los datos originales fueron trasformados a la expresión $\sqrt{Y + 0.05}$ (Fernández, 1992). [ns] No significativo con $P \leq 0.05$. [y] La separación de medias de tratamientos es según Tukey con $P \leq 0.05$. DMS es la diferencia mínima de significación.

CUADRO 2
INFLUENCIA DE LA SEVERIDAD DEL DESPUNTE EN RAMOS MIXTOS (SDRM) SOBRE LA DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE FRUTA (KG) Y EFICIENCIA DE PRODUCCION (EP) POR ARBOL DE MELOCOTON CRIOLLO. 1985

	Distribución de la fruta (kg)					Ep
SDRM (%)	2 (4,4-5,0 cm)	4 (2,5-3,7 cm)	5 (< 2,5 cm)	Comercial	Total	(kg/cm2)
0	2,77 a	2,39 a[y]	4,42 a	11,01 a	15,42 a	0,64 a
25	3,77 a	0,52 b	2,48 b	07,24 b	09,72 b	0,41 b
50	2,71 a	0,47 b	1,63 b	06,27 b	07,90 b	0,33 b
DMS	1,13	0,51	0,97	1,68	2,08	0,10

Análisis de la varianza[z]

Fuente de variación	Gl	Cuadrados medios				
SDRM	2	0.39[ns]	05.85***	05.76***	07.49***	13.43***	01.02***
SDRM x EP	2	0.81[ns]	00.00[ns]	00,34[ns]	00.53[ns]	00,83[ns]	00.08[ns]
Error b	36	0.30	00,09	00,19	00,33	00,41	00,03
Coeficiente de variación (%)		26,54	31,71	25,10	22,47	20,74	9,78

[z] Los datos originales fueron trasformados a la expresión $\sqrt{Y + 0.05}$ (Fernández, 1992). [ns] ,*** No significativo o significativo con $P \leq 0.05$ o 0.0001, respectivamente. [y] La separación de medias de tratamientos es según Tukey con $P \leq 0.05$. DMS es la diferencia mínima de significación.

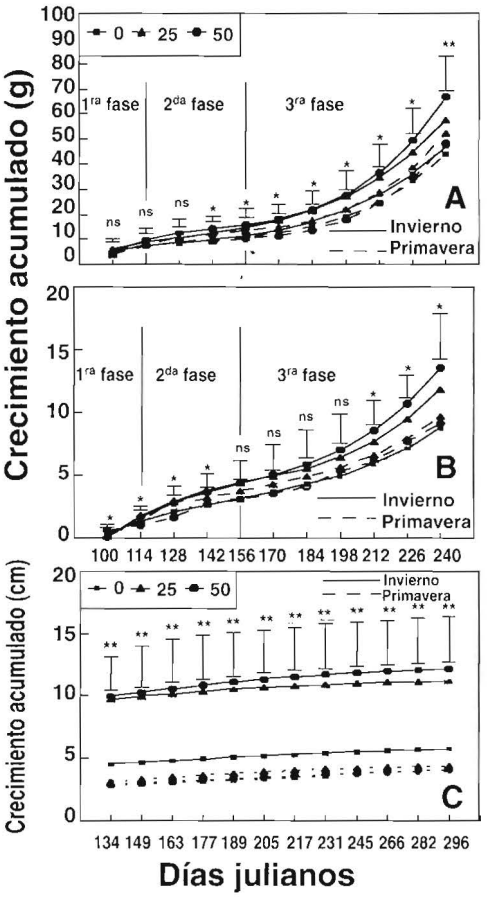


Figura 2. Influencia de la interacción época de poda y severidad de despunte del ramo mixto en el crecimiento fresco (A) y seco (B) del fruto, así como del crecimiento longitudinal del brote (C). Las barras verticales en cada fecha indican la diferencia mínima significativa según Tukey a un nivel del 0.05 (*), 0.01 (**) de significación o no significación (ns), respectivamente.

Ubicando la discusión en aquellos árboles podados en el invierno, a medida que el despunte se intensificó el número de frutos a desarrollar fue menor, así la competencia o dominancia por los fotosintatos almacenados en los ramos mixtos (en primera instancia que ramas principales, tronco y raíces) fue menor entre ellos (BANGERTH, 1989; DEJONG, 1998). Este hecho coadyuvó a un mejor desarrollo tanto de los frutos como del crecimiento vegetativo. Esta relación se invirtió cuando la poda se realizó en la primavera; al parecer, el tiempo transcurrido (32 días aproximadamente) entre la floración y la ejecución de la poda obligó a un alto gasto de energía, que no pudo ser

compensado durante el resto de la estación de crecimiento; así, este efecto re-sultó similar al que se produce con la poda de verano (DANIELL, 1973; HAYDEN y EMERSON, 1975; ROM y FERREE, 1984; TAYLOR y FERREE 1984, FORSHEY *et al.*, 1992) por ser un melocotón de maduración tardía (MATTA *et al.*, 1987).

Cuando el despunte del ramo mixto se realizó durante el invierno, el crecimiento lateral de los brotes fue proporcional a la intensidad de despunte del ramo mixto; sin embargo, a un despunto mayor del 25%, el crecimiento del brote ya no tuvo significación ($P \leq 0.05$, Figura 2C), confirmándose así la regla de Koopmannse (JONKERS, 1982).

Calidad de fruto

Las variables de calidad del fruto fueron significativamente ($P \leq 0.05$) afectadas por el período de muestreo, así como por la severidad de despunte del ramo mixto y la

CUADRO 3
RESULTADO DEL ANALISIS DE LA VARIANZA PARA EFECTOS PRINCIPAL DEL PERIODO DE MUESTREO (PM) Y SEVERIDAD DE DESPUNTE DEL RAMO MIXTO (SDRM) EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA CALIDAD DEL FRUTO DEL MELOCOTON CRIOLLO. 1985

PM	PM	Fi (kg cm^2)	Ss (%)	At (Meq l^{-1})	pH
julio 29	1	11,32 a[z]	10.76 d	64,69 a	3,67 b
agosto 5	2	11,32 a	11,88 c	63,17 a	3,7 ab
agosto 12	3	11,32 a	12,33 bc	61,60 a	3,49 c
agosto 20	4	10,97 ab	12,83 bc	50,71 b	3,72 ab
agosto 26	5	10,80 b	13,21 b	45,03 d	3,81 a
agosto 31	6	9.92 c	14,39 a	46,27 cd	3,76 ab
septiembre 9	7	9,60 c	14,47 a	48,19 bc	3,82 a
DMS		0,37	0,99	3,12	0,12
		Análisis de la varianza			
Fuente de variación	gl	Cuadrados medios			
PM	6	16,65***	59,40***	2.407,93***	0,40***
Error	12	0,20	1,43	14,32	0,02
SDRM	2	2,11[ns]	8,73***	679,61**	0,05**
SDRM x EP	2	0,57[ns]	4,55**	286,65[ns]	0,02[ns]
Error b	8	0,671	0,57	66,60	0,01
Coeficiente de variación (%)		10,20	12,31	22,22	4,60

[ns],**,*** No significativo o significativo con P ≤ 0.05, 0.01 o 0.0001, respectivamente.[y]La separación de medias de tratamientos es según Tukey con P ≤ 0.05, DMS es la diferencia mínima de significación.

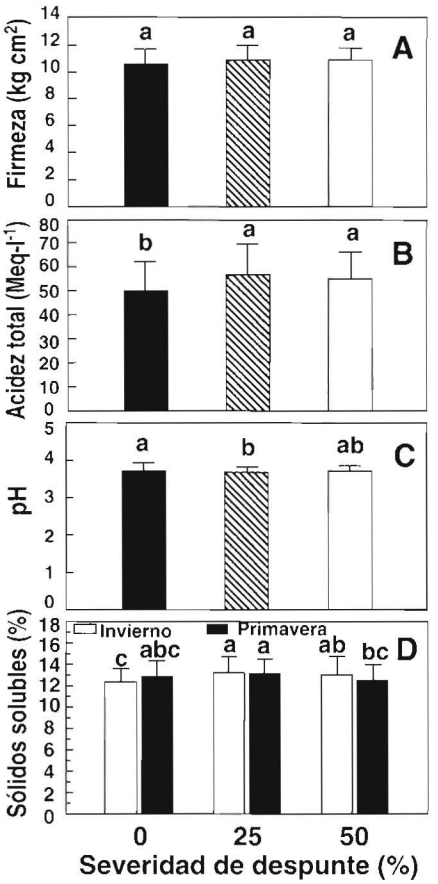


Figura 3. Influencia de la severidad de despunte del ramo mixto en la firmeza (A), acidez total (B) y pH (C); y de la interacción época de poda y severidad de despunte del ramo mixto en la concentración de los sólidos solubles (D) del fruto de melocotón criollo. Las barras verticales indican el promedio en kilogramos ± el error estándar. Medias de tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey ($P \leq 0.05$)

interacción de este último y la época de poda (Cuadro 3) El patrón de comportamiento de la firmeza, sólidos solubles, acidez total y pH entre fechas de muestreo, coincidió con lo establecido por ROMANI y JENNINGS (1971). La concentración de acidez en los frutos se incrementó entre 0 y 25% de la severidad de despunte, pero cuando éste fue más severo la acidez disminuyó (Figura 3B); un comportamiento similar se observó en la firmeza y pH (Figura 3A y 3C respectivamente). La concentración de sólidos solubles fue significativamente ($P \leq 0.05$) mayor en frutos provenientes de árboles podados en el invierno a una severidad de despunte del 25%, pero

dicha concentración disminuyó cuando el despunte fue más severo. El mismo comportamiento se observó en frutos de árboles podados en la primavera (Figura 3D). Este resultado puede estar relacionado con una mejor distribución y dilución de los carbohidratos, debido a una menor competencia entre frutos, producida a su vez por la intensidad de despunte. La idea anterior está de acuerdo, en parte, con las observaciones hechas por WINKLER (1926) en *Vitis vinifera* y CHAMPAGNOL (1984): Sin embargo, no se encontró literatura en frutales caducifolios que soporte tal especulación, ya que la existente es contradictoria, y en consecuencia no concluyente (MARINI y BARDEN, 1982; MARINI, 1985; MILLER, 1987). Lo que resulta claro es buscar un equilibrio entre el rendimiento y el crecimiento vegetativo.

Conclusiones

Aun cuando el rendimiento total no fue afectado por la época de poda, el peso de la fruta de mayor tamaño se mejoró significativamente podando en el invierno con una severidad de despunte del 25% de la longitud del ramo mixto. Con ese mismo tratamiento se mejoró el crecimiento longitudinal del brote, del fruto, y la calidad del fruto del melocotón criollo.

Los datos del experimento sugieren que la poda de primavera tiene un impacto negativo tanto en el rendimiento como en el crecimiento vegetativo del melocotón.

La eliminación tanto de las chifonas como de los ramilletes de mayo no influyó significativamente en ninguna de las variables de respuesta; probablemente, estas estructuras tengan mayor influencia en árboles de mayor edad, lo cual tendrá que ser evaluado.

Bibligrafía

BANGERTH F., 1989. Dominance among fruits/sinks and the search for a correlative signal. *Physiol. Plant.* 76, 608-614.

CHAMPAGNOL F., 1984. Elements de physiologie de la vigne et de viticulture generale. Imp. Dehan, Montpeller. Fr. 79-80.

DANIELI. J.W., 1973. Effect of time of pruning on growth and longevity of peach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98(4), 383-386.

DANIELI. J.W., 1975. Effect of time of pruning or non-pruning on fruit set and yield of peach trees growing on new or old peach sites. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100(5), 490-492.

DEJONG T.M., 1998. Using organ growth potentials to identify physiological and horticultural limitations to yield. *Acta Hort.* 465(1), 293-302

FERNANDEZ G.C.J., 1992. Residual analysis and data transformations: important tools in statistical analysis. *HortScience* 27(4), 297-300.

FORSHEY C.G., ELFVING, D.C., STEBBINS, R.L., 1992. Training and pruning apple and pear trees. *American Society for Horticultural Science* 55-71.

HAYDEN R.A., EMERSON F.H., 1975. The case for summer pruning. *American Fruit Grower* 95(6), 27-28.

JONKERS H., 1982. Testing Koopmann's rules of apple tree pruning. *Sci. Hort.* 16(3), 209-215.

MARINI R.P., BARDEN J.A., 1982. Growth and flowering of vigorous apple trees as affected by summer pruning or dormant pruning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(1), 34-39.

MARINI R.P. 1985. Vegetative growth, yield and fruit quality of peach as influenced by dormant pruning, summer pruning, and summer topping. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110(2), 133-139.

MATTA F.B., RASPBERRY F., LITTLE S., 1987. Influence of cultivar and topping date on return bloom and regrowth of trees. Mississippi Agricultural & Forestry Experimental Station. Research Report 12(21), 1-3.

MILLER S.S., 1987. Summer pruning affects fruit quality and light penetration in young peach trees. *HortScience* 22(3), 390-393.

PEARCE S.C., 1976. Field experimentation with fruit trees and other perennial plants. East Malling Research Station, Maidstone, Kent, England. Technical Communication No. 23 Second edition (Revised) Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops, East Malling, Maidstone, Kent, 74-75.

PÉREZ B., MA. H., CHAN C.J.L., 1988. Poda del durazno. En: J.L. Chan-Castañeda (Editor). El Durazno. INIFAP-SPAUAZ-UAZ-SARH. México, 83-121.

ROMANI R., JENNINGS W.G., 1971. Stone fruits. En: A.C. Hume (Editor). The Biochemistry of Fruits and Their Products. Vol. 2. Academic Press, London, 411-436.

ROM C.R., FERREE D.C., 1984. The influence of summer pruning current-season shoots on growth floral bud development, and winter injury of mature peach trees. *HortScience* 19(4), 543-545.

SAS Institute Inc., 1989. SAS/STAT. Release 6.08. SAS Institute Inc Cary, N.C. U.S.A.

TAYLOR B.H., FERREE D.C., 1984. The influence of summer pruning and cropping on growth and fruiting of apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(1), 19-24.

TESKEY B.J.E., SHOEMAKER J.S., 1972. Tree fruit production. The AVI Publishing Company, Inc. Wesport, Connecticut, U.S.A. 149-170.

WESTWOOD M.N., 1978. Temperature-zone Pomology. W.H. Freeman and Co. San Francisco, U.S.A., 157-163.

WINKLER A.J., 1926. Some responses of vitis vinifera to pruning. *Hilgardia* 1(20), 525-543.

ZEGBE D., J.A., 1995. Caracterización de la poda en algunos estados productores de durazno. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Comité Nacional de Sistema-Producto Durazno. México, 11-14.

ZEGBE J.A., RUMAYOR A.F., PÉREZ M.H., CHAN J.L. 1998. A study of pruning on seedling peaches at low latitude. *Acta Hort.* 465(2), 637-645.

(Aceptado para publicación el 12 de mayo de 1998)

ITEA (1998), Vol. 94V N.° 3, 129-137

CRECIMIENTO Y ACUMULACIÓN DE AZÚCARES EN EL FRUTO DE LA VID *(Vitis vinifera* L.) BAJO DIFERENTES CONDICIONES HÍDRICAS

C. Godoy A.
H. Garza S.
M.ª V. Huitrón R.

CIFAP-Comarca Lagunera
Univ. Aut. Agr. Antonio Narro
Apartado Postal 247
Torreón, 27000 Coahuila
México

RESUMEN

Poca investigación ha sido dirigida a conocer como una deficiencia de agua afecta el tamaño y la acumulación de azúcares en el fruto de la vid. Tampoco existe mucha información que relacione cuantitativamente estos dos parámetros con el estado hídrico del racimo o de la hoja. En relación a lo anterior, durante 1994 se realizó un estudio cuyo objetivo principal fue conocer las relaciones hídricas del racimo y de la hoja de la vid, bajo diferentes niveles de agua y su relación con el crecimiento y acumulación de azúcares en el fruto. Para realizar el presente estudio, se utilizó un viñedo de 18 años de edad del Cv Grenache, el cual fue sometido durante la fase III del crecimiento del fruto a tres niveles de la evapotranspiración (ET) que fueron el 0, 30 y 70 %. Tres veces por semana se midió el volumen y gramos de azúcar del fruto, así como el potencial hídrico de la hoja (ψ_h) y del racimo (ψ_r).

Se encontró que el volumen y los gramos de azúcar del fruto en el tratamiento del 70 % de ET fueron significativamente más altos que en los tratamientos del 30 y 0 %. El ψ_r presentó una mayor sensibilidad y respuesta a los tratamientos, que la mostrada por el ψ_h. Cuando el ψ_r alcanza valores de -1.1 MPa, el crecimiento del fruto y la acumulación de azúcar cesan.

Palabras clave: Relaciones hídricas, Crecimiento, Azúcar, Potencial hídrico.

SUMMARY
GROWTH AND SUGAR ACCUMULATION ON GRAPE FRUIT (*Vitis vinifera* L.) UNDER DIFFERENT WATER CONDITIONS

Limited research has been focused to know how a water deficit affect the size and sugar accumulation of the grape fruit. We don't have either, information to relate this two parameters with cluster and leaf water status. During 1994, a study was conducted which main objective was to know cluster and leaf water relations under different soil water conditions and its relation with fruit growth and sugar accumulation. This work was enhanced in a vineyard of 18 years old, planted with the Grenache cultivar, which was subjected during the phase III of the fruit growth to three evapo-

transpiration (ET) levels which were 0, 30 and 70 %. Three times per week, volume and sugar fruit were measured, so that, leaf (ψ_l) and cluster (ψ_c) water potential.

It was found that, the values of volume and sugar accumulation of the fruit under the 70 % of ET, were higher than in the 0 and 30 % of ET. ψ_c showed a better response and sensibility to the treatments applied than Y_l. It seems that, when ψ_c reach values of -1.1 MPa, fruit growth and sugar accumulatión ceased.

Key words: Water relations, Growth, Sugar, Water potential.

Introducción

El crecimiento del fruto de la vid (*Vitis vinifera* L.), se ajusta a una curva doble sigmoide donde las fases I y III son separadas por una segunda fase de retraso (COOMBE, 1983; COOMBE, 1976; HARDIE y CONSIDINE, 1976; MATTHEWS *et al.*, 1987; SMART y COOMBE, 1983). Durante la fase I, el crecimiento del pericarpio es rápido, primero debido a la división y elongación celular y más tarde, debido solamente a la elongación celular (HARRIS *et al.*, 1968); durante esta etapa los frutos acumulan ácidos orgánicos, pero muy poca azúcar y permanecen verdes y duros. La fase II, es referida como la fase de retraso del desarrollo, debido a que el crecimiento del fruto disminuye significativamente; reanudándose dicho crecimiento con el inicio de la fase III, como un resultado de la elongación de las células; durante esta fase se acumulan rápidamente azúcares y color en los frutos, y al mismo tiempo la concentración de ácidos orgánicos disminuyen.

La mayoría de los trabajos realizados en este aspecto, se han enfocado a estudiar la fase I y los resultados obtenidos coinciden, en que ésta fase es muy sensible a deficiencias de agua, las cuales afectan en forma irreversible el tamaño del fruto (BUTTROSE, 1974; COOMBE, 1976; HARDIE y CONSIDINE, 1976; LIU *et al.*, 1978). Poca investigación ha sido dirigida a estudiar la fase III, especialmente a conocer como una deficiencia de agua afecta el tamaño y la acumulación de azúcares en el fruto. La poca evidencia existente, se limita a señalar que la baja disponibilidad de agua en el suelo durante la maduración, afecta la translocación de fotosintatos, disminuyéndose el tamaño y la cantidad de azúcares en el fruto; además de provocar un retraso en su maduración (COOMBE, 1976; GODOY y GARZA, 1996). Por otro lado, existe poca información que relacione cuantitativamente el estado hídrico del racimo, con su tamaño y calidad a diferentes intensidades de riego. Todos los trabajos realizados en la vid en este aspecto, han sido dirigidos a estudiar únicamente el estado hídrico de las hojas con el propósito de asegurar un régimen adecuado de riego (GRIMES y WILLIAMS, 1990; HARDIE y CONSIDINE, 1976; KAMANDE *et al.*, 1996; MATTHEWS *et al.*, 1987), desconociéndose por completo el grado de déficit hídrico que experimenta el racimo, por lo que es difícil extrapolar estos resultados de un clima (demanda evaporativa) a otro, o de una textura de suelo (capacidad de almacenamiento de agua) a otra. Esto es claramente demostrado por la variación y la poca consistencia en los resultados de las investigaciones en donde el efecto del riego en el crecimiento vegetativo y reproductivo han sido reportados aún sin la cuantificación del estado hídrico de las hojas (HUITRON y GODOY, 1996; MATTHEWS *et al.*, 1987).

En relación a lo anterior, se realizó un estudio cuyo objetivo principal fue conocer las relaciones hídricas del racimo y de la hoja de la vid, bajo diferentes niveles de agua en el suelo y su relación con el crecimiento y acumulación de azúcares en el fruto.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó durante 1994 en el Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de la Comarca Lagunera, ubicado en Matamoros, Coahuila, México. Se utilizó un viñedo de 18 años de edad del cultivar Grenache, sostenido en una espaldera de telégrafo inclinado, cuya distancia entre hileras y plantas fue de 3,0 y 2,0 m, respectivamente.

Se estudiaron tres tratamientos de riego, los cuales se iniciaron a partir de la fase III del crecimiento del fruto (tres a cuatro días después del inicio del envero o cambio de color) y consistieron en aplicar el 0, 30 y 70 % de la evapotranspiración (ET), aplicándose el agua en forma diaria a través del sistema de riego por goteo. La ET para cada tratamiento se estimó usando la siguiente ecuación:

$ET = E_o * K_t * K_c$ donde:

ET = Evapotranspiración (mm)

E_o = Evaporación en el tanque evaporímetro clase "A" (mm)

K_t = Coeficiente del evaporímetro, el cual considera el medio ambiente que rodea al tanque (DOORENBOS y PRUITT, 1975)

K_c = % de la ET por aplicar (0, 30 y 70 % de la ET)

Desde la brotación hasta la floración, todo el lote experimental fue irrigado con un criterio uniforme, que consistió en usar el 40 % de la ET; mientras que durante la fase I y II, se usó el 60 % de la ET (GODOY, 1987). Tres días antes de iniciar con los tratamientos, se aplicaron seis horas de riego diarias, con el propósito de recargar el perfil de suelo hasta una profundidad de 00-90 cm.

El experimento se manejó bajo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, donde la parcela total fueron cuatro hileras con 16 plantas cada una y la parcela útil fueron las dos hileras del centro.

Para conocer el crecimiento y la acumulación de azúcares, se muestrearon al azar 50 frutos, con un intervalo de cada siete días durante las fases I y II, y tres veces por semana durante la fase III. La muestra en cada uno de estos períodos fue dividida en dos grupos de 25 frutos cada uno. Cada grupo fue asignado a varios tipos de medición: a) Peso fresco, que fue determinado pesando los 25 frutos en una balanza de precisión; posteriormente a estos mismos frutos se les midió su volumen, el cual se obtuvo desplazándolas en un volumen conocido de agua destilada y b) Sólidos solubles (grados brix), se determinaron extrayendo el jugo contenido en la otra muestra y colocando unas gotas de éste en el refractómetro manual.

Los gramos de azúcar se estimaron usando la siguiente relación:

$A = {}^{o}B * P$ donde:

A = Azúcar (gr)

^{o}B = Sólidos solubles (fracción del peso de la baya)

P = Peso fresco del fruto (gr)

El potencial hídrico (ψ) al mediodía, fue medido tres veces por semana usándose la bomba de presión (Merril speciality Equipment, Logan, Utah). Para realizar esta medición se seleccionaron seis racimos y su hojas opuestas; ambos ubicados en el sexto nudo del brote.

Resultados y discusión

Después del amarre del fruto (figura 1), su volumen se incrementó rápidamente por un período de 30 a 32 días (fase I), posteriormente el volumen mostró incrementos mínimos por alrededor de siete días (fase II); y desde el inicio de la aplicación de los tratamientos que fue a los 45 días después del amarre del fruto (DDAF) y hasta los 60 DDAF, los incrementos en volumen fueron similares entre los tratamientos. Posteriormente, el incremento en el volumen fue mayor donde se aplicó el 70 % de la ET que con el 30 %, el cual a su vez fue mayor que en el de 0 %, cuyo volumen ya no cambió desde los 60 hasta los 100 DDAF. El volumen final del fruto en el tratamiento del 70 % fue en un 15 y 25 % más alto que en los tratamientos del 30 y 0 % respectivamente. Se observa también, en esta figura 1, que en el tratamiento del 70 %, el volumen del fruto no cesa al momento de la cosecha (80-85 DDAF), sugiriendo esto que el in-cremento en el volumen del fruto es mantenido por los valores altos del potencial hídrico del racimo (ψ_r), aún a pesar de valores bajos de potencial hídrico de la hoja (ψ_h) (figura 3). Los resultados anteriores al igual que los encontrados en otros estudios (CONSIDINE y KNOX, 1979; COMMBE, 1976; MATTHEWS *et al.*, 1987), demuestran que una deficiencia de agua en

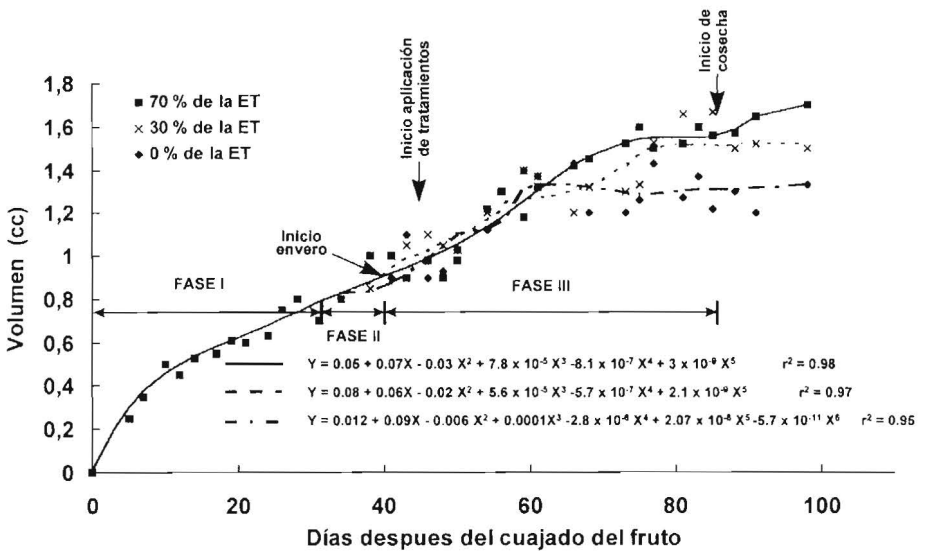


Figura 1. Volumen del fruto de la vid Cv Garnacha Tinta bajo tres niveles de la ET. 1994
Figure 1. Change in volumen of grape fruit Cv. Grenache under three ET levels. 1994

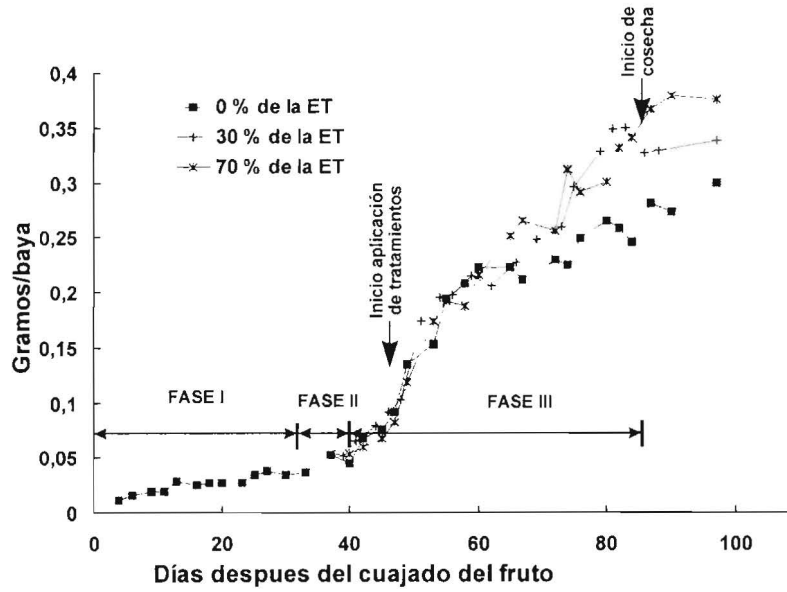


Figura 2. Dinámica de acumulación de azúcar en el fruto de la vid bajo tres niveles de la ET. 1994
Figure 2. Sugar Acumulation rate of grape fruit under three ET levels. 1994

la fase III, afecta negativamente el volumen del fruto, debido a una turgencia baja que afecta directamente la capacidad de crecimiento o elongación celular (HISAO, 1973; ZIMMERMANN y STEUDLE, 1978).

Durante la fase I y II, que comprendieron desde el amarre del fruto hasta los 40 DDAF (figura 2), el incremento en la cantidad de azúcar es muy baja, fluctuando desde 0,02 gr a los 5 DDAF hasta 0,06 gr a los 40 DDAF. Este comportamiento ha sido relacionado con el hecho de que la contribución del xilema es muy significativa al aportar agua y minerales a la baya, mientras que la contribución con azúcares y agua por el floema es mínima, siendo esta la razón por la cual el azúcar durante esta fase es todavía muy baja (COMMBE, 1992; CREASY *et al.*, 1993; CREASY y LOMBARD, 1993).

La acumulación más fuerte de azúcar para los tres tratamientos de riego se inició a los 41 DDAF, es decir de tres a cuatro días antes del envero. A partir de esta fecha y hasta los 60 DDAF, no se presentaron diferencias entre tratamientos, debido a que aún en el tratamiento del 0 %, la disponibilidad de agua en el suelo era todavía adecuada. De los 60 hasta los 98 DDAF, la acumulación de azúcar en el tratamiento del 70 %, fue más alta que en los otros dos tratamientos. En el tratamiento del 0 %, los gramos de azúcar no cambiaron por un período de 15 días (60 a los 75 DDAF); después de este período, se incrementaron pero no de una forma significativa. El valor final de azúcar en el tratamiento del 70 %

superó en un 8 y 16 % a los tratamientos del 30 y 0 % de la ET respectivamente. En relación a lo anterior, en trabajos realizados (COOMBE, 1992; CREASY *et al.*, 1993; GODOY y LÓPEZ, 1993), se ha encontrado que precisamente después del inicio del envero, la velocidad de acumulación azúcar en el fruto se incrementa, debido a que la contribución con agua y minerales por el xilema se ve reducida por un bloqueo de éste (COOMBE, 1992; CREASY *et al.*, 1993; DURING *et al.*, 1987; FINDLAY *et al.*, 1987) que se presenta al tiempo en que la baya inicia la fase III de su crecimiento, que es cuando ha acumulado alrededor de 0,05 a 0,07 gr de azúcar, valor que coincide con el encontrado en el presente estudio. Lo anterior implica que durante esta fase, la mayoría del agua y azúcares que se acumulan en la baya, proceden del floema.

Lo encontrado en el presente estudio, y que coincide con los trabajos arriba mencionados, muestra que altas cantidades de azúcar en el fruto podrán ser obtenidas sólo cuando grandes cantidades de agua sean translocadas a éste, por lo que, durante esta fase III, se deberá de tratar de evitar la presencia de estreses de agua, ya que estas afectarán la translocación de azúcares y agua de las hojas u otros órganos de reserva hacia el fruto.

En la figura 3 se muestra la variación en el ψ_h para los tres tratamientos de riego. En el período comprendido desde antes del inicio del envero (41 DDAF) hasta los 59 DDAF, los valores en el tratamiento del 0 % fueron muy similares y estables, siendo estos de -1,2 a -1,3 MPa; para los otros dos tratamientos, los valores del ψ_h fueron mas variables pero menos negativos que en el tratamiento del 0 %. En el 70 %, el ψ_h varió de -0,9 a -1,27 MPa; mientras que en el 30 % fue de -1,05 a -1,27 MPa. Estas variaciones en la condición hídrica de las hojas en

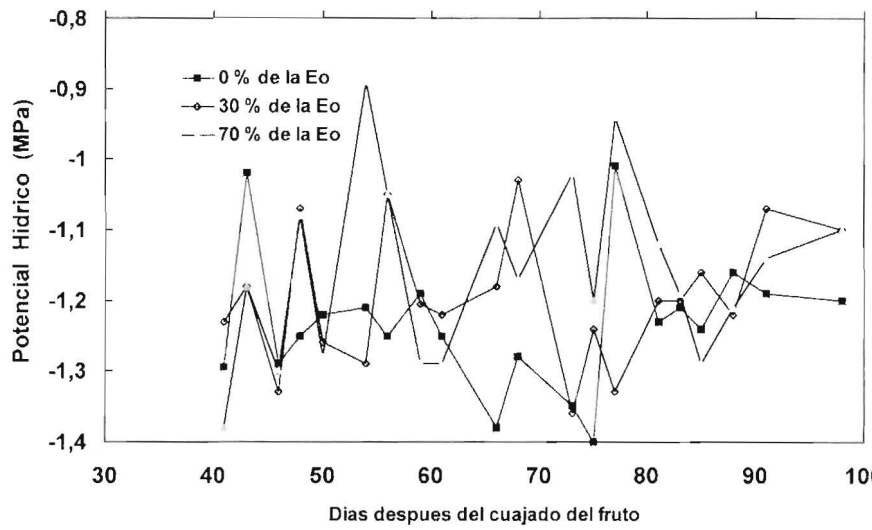


Figura 3. Variación en el potencial hídrico de la hoja de vid bajo tres niveles de la ET. 1994
Figure 3. Changes in grape leaf water potential under three ET levels. 1994

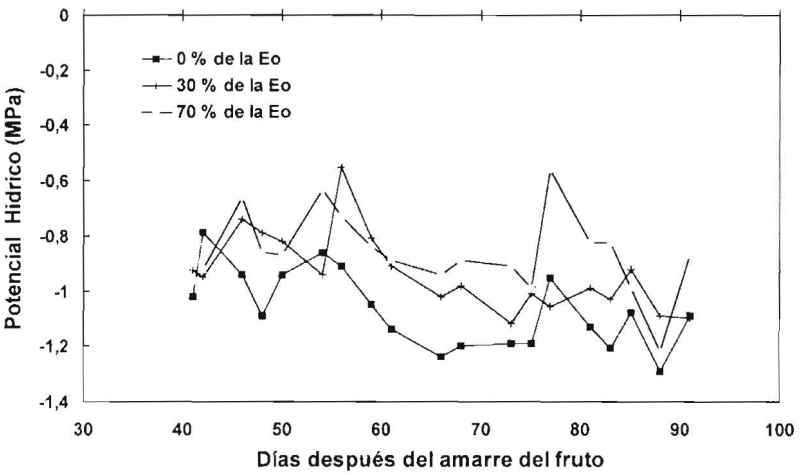


Figura 4. Variación en el potencial hídrico del racimo de la vid bajo tres niveles de la ET. 1994
Figure 4. Changes in grape cluster water potential under three ET levels. 1994

los tres tratamientos, no influyeron en el incremento en el volumen del fruto durante este período (figura 1).

En el tratamiento del 0 %, a partir de los 59 DDAF (fecha a partir de la cual y por el resto del ciclo, cesa el incremento en el volumen del fruto), el ψ_h, que era de -1,2 MPa, empezó a hacerse más negativo hasta alcanzar su valor más bajo (-1,4 MPa) a los 16 días después de esta fecha. Después de este período con la exepción del día 77 DDAF en que el ψ_h alcanzó valores de -1,0 MPa por la presencia de una lluvia, su valor fue estable durante el resto del ciclo, siendo éste de -1,2 MPa.

En el tratamiento del 30 % a partir de los 59 DDAF y por el resto del ciclo, el ψ_h alcanzó valores ligeramente menos negativos (-1,1 a -1,2 MPa) que el tratamiento del 0 %; mientras que en el tratamiento del 70 %, el ψ_h fue todavía menos negativo que en los otros dos tratamientos, fluctuando su valor entre -0,95 a -1,15 MPa. Los resultados anteriores reflejan, que la condición hídrica de la hoja en el tratamiento con un mejor nivel de humedad, fue ligeramente más favorable que en los tratamientos con un nivel mas bajo de humedad. Sin embargo, es importante señalar que estas diferencias todavía no reflejan de una manera clara los efectos de los tratamientos estudiados.

En la figura 4, se muestra la variación en el ψ_r para los tratamientos estudiados. Se observa que el ψ_r presentó una menor variación y una mayor respuesta a los tratamientos estudiados que la mostrada por el ψ_h. Desde antes del inicio del envero y hasta los 54 DDAF, la condición hídrica del racimo fue mas favorable en los tratamientos del 70 y 30 % de la ET, en comparación a la alcanzada en el tratamiento del 0 %, pero a pesar de esto, todavía no se detectan

diferencias en la tasa de crecimiento del fruto (figura 1). A partir de los 54 DDAF y hasta los 60, los valores del ψ_r en el tratamiento del 0 % empiezan a hacerse mas negativos, pero a pesar de esto, el crecimiento del fruto es todavía sostenido a la misma velocidad que en los otros dos tratamientos; sin embargo, a partir de los 60 DDAF cuando el ψ_r alcanza valores de -1,1 MPa, el crecimiento del fruto cesa, manteniéndose así por el resto del ciclo en que el valor del ψ_r se mantiene en valores de alrededor de -1,2 MPa.

En los otros dos tratamientos a partir de los 55 DDAF, los valores del ψ_r también empiezan a disminuir, pero se estabilizan a los 62 días con valores de -0,9 y -1,0 MPa en los tratamientos del 70 y 30 % respectivamente, manteniéndose estos valores por casi la totalidad del ciclo. La mejor condición hídrica del racimo en el tratamiento del 70 % se reflejó en una mayor tasa de crecimiento y acumulación de azúcar en el fruto (figura, 1 y 2).

Conclusiones

El volumen final del fruto fue afectado por el tratamiento de riego, siendo el del 70 % de la ET superior en un 15 y 25 % a los tratamientos del 30 y 0 % respectivamente. Este mismo tratamiento superó en un 8 y 16 % en los valores finales de azúcar a los tratamientos del 30 y 0 % respectivamente. Lo anterior indica, que durante la fase III, se deberá de evitar la presencia de estreses de agua para no afectar la translocación de azúcares y agua de las hojas y de los órganos de reserva hacia el fruto.

Las relaciones hídricas del racimo presentaron una mayor sensibilidad y respuesta a los tratamientos de riego que la mostrada por las de la hoja. Así mismo, se encontró que cuando el ψ_r alcanza valores de -1,1 MPa, tanto el crecimiento como la acumulación de azúcar en el fruto cesan. Esto, abre la posibilidad de utilizar en la vid al ψ_r como indicador del riego, así como definir, tanto el momento óptimo en que se debe de irrigar a éste cultivo, como la de extrapolar este resultado a otras regiones vitícolas.

Bibliografía

BUTTROSE M.S., 1974. Fruitfulness in grapevines: Effects of water stress. Vitis., Vol.12, 299 - 305.

CONSIDINE J.A. and KNOX R.B., 1979. Development and histochemistryof the cells, cell walls and cuticle of the dermal system of fruit of the grape, *Vitis vinifera L.* Protoplasma., Vol. 99, 347-365.

COOMBE B.G., 1976. The development of fleshy fruits. Ann. Rev. Plant Physiol., Vol. 27, 207-228.

COOMBE B.G. 1992. Research on development and ripening of the grape berry. Am. J. Enol. Vitic., Vol. 43 (1), 101-110.

CREASY G.L., PRICE S.F. and LOMBARD P.B., 1993. Evidence for xylem discontinuity in Pinot noir and Merlot grapes: dye uptake and mineral composition during berry maturation. Am. J. Enol. Vitic., Vol. 43 (1), 49-52.

CREASY G.L. and LOMBARD P.B., 1993. Vine water stress and peduncle girdling effects on pre and post veraison grape berry growth and deformability. Am. J. Enol. Vitic., Vol. 44 (2), 193-197.

DOORENBOS J. and PRUITT W. 1975. Guidelines for predicting crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 24. FAO, Rome.

DURING H., LANG A. and OGGIONNI F., 1987. Patterns of water flow in Riesling berries in relation to developmental changes in their xylem morphology. Vitis., Vol. 26, 123-131.

FINDLAY N., OLIVER K.J., NIL.N. and COOMBI. B.G., 1987. Solute accumulation by grape pericarp cells. IV. Perfusion of pericarp apoplast via the pedicel and evidence for xylem malfunction in ripening berries. J. Exp. Bot., Vol. 38. 668-679.

GODOY C., 1987. Aplicación del riego por goteo en vid y nogal. Folleto Técnico No. 3. SARH. INIFAP. CIAN. Campo Agrícola Exp. La Laguna. 17 p.

GODOY C. y LÓPEZ I., 1993. Los portainjertos de vid para eficientar el uso del agua en condiciones de filoxera. nemátodos y pudrición texana en la Comarca Lagunera.II Ciclo Internacional de Conferencias sobre Viticultura. Hermosillo. Son., México., pag. 26-30.

GODOY C. y GARZA H., 1996. Relaciones hídricas de hojas y racimos de vid (*Vitis vinifera L*) y su impacto en el crecimiento y calidad del racimo. Memorias XXVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cd. Obregón. Son. Méx., p. 100.

GRIMES D.W. and WILLIAMS L.E., 1990. Irrigation effects on plant water relations and productivity of Thompson Seedless grapevines. Crop Sci., Vol. 30. 255-260.

HARDIE W.J. and CONSIDINE J.A.., 1976. Response of grapes to water- deficit stress in particular stages of development. Am. J. Enol. Vitic., Vol. 27. 55-61.

HARRIS J.M., KRIEDEMANN P.E. and POSSINGHAM, J.V., 1968. Anatomical aspects of grape berry development. Vitis., Vol. 7. 106-109.

HSIAO T.C., 1973. Plant responses to water stress. Ann. Rev. Plant Physiol., Vol. 24. 519-570.

HUITRÓN M.V. y GODOY C., 1996. Relaciones hídricas de hojas y bellotas de dos cultivares de algodonero (*Gossypium hirsutum*) bajo dos tratamientos de riego. Memorias del VI Congreso Na-cional de la Dirección General de Educación Tec-nológica Agropecuaria (DGETA). Cd. Roque. Guanajuato. México.

KAMADE N.C., OKAMOTO G. and HIRAMO K., 1996. Use of water stress in forcing Kyoho grapevines to produce two crops per year. Am. J. Enol. Vitic., Vol. 47 (2). 157-162.

LIU W.T., WUNKERT W., ALLEN Jr. L.H. and LEMON, E.R., 1978. Soil- plant water relations in a New York vineyard: Resistances to water movement. J. Amer. Soc. Hort. Sci., Vol. 103 (2). 226-230.

MATTHEWS M.A., ANDERSON M.M. and SCHULTZ H.R.,1987. Phenologic and growth responses to early and late season water deficit in Cabernet franc. Vitis., Vol. 25. 147-160.

SMART R.E. and COOMBE B.G., 1983. Water relations of grapevines. In T.T. Kozlowski (ed.) Water deficits and plant growth. Vol. 7. Academic Press. Inc., New York. p. 137-196.

ZIMMERMANN U. and STEUDLE E., 1978. Physical aspects of water relations of plants cells. Adv. Bot. Res., Vol. 6. 45-117.

(Aceptado para publicación el 14 de mayo de 1998)

ITEA (1998). Vol. **94V N.° 3,** 138-147

EFECTO DEL ACLAREO QUÍMICO DE FRUTOS EN CULTIVARES DE MANZANOS 'FUJI', 'ROYAL GALA' Y 'RED DELICIOUS'

M.C. Dussi[1]
E. Sánchez
A. Veronesi

Estación Experimental Agropecuaria
INTA Alto Valle
CC782, (8332), General Roca, Río Negro
Argentina

RESUMEN

En el Alto Valle del Río Negro y Neuquén, Argentina, se estudió el efecto de distintos aclarantes químicos en los cultivares de manzano: 'Fuji', 'Royal Gala' y 'Red Delicious'. Los tratamientos fueron: BA+GA_{4+7} (Accel) (267ml/100l) aplicado a 5 y 10mm de diámetro de fruto (DF), Ácido pelargónico (Thinex) (312,5 ml/100l) aplicado a 60 y 80% de floración, la mezcla BA+GA_{4+7}/Carbaril (267ml/100l + 120 gr/100 l) aplicado a 10mm DF. ANA/Carbaril (5mg./l + 60gr./100l) aplicado a 13 mm DF y el Control, sin tratamiento. En 'Royal Gala' el Ácido pelargónico se aplicó en plena floración y en 'Red Delicious' sólo se realizaron los tratamientos de BA+GA_{4+7} a 7 y 10 mm DF y Ácido pelargónico al 80% de plena floración. En 'Fuji' se midió el peso, diámetro y longitud del fruto en el momento de cosecha. La mezcla BA+GA_{4+7}/Carbaril fue el tratamiento que más redujo el cuajado total en 'Fuji' y 'Royal Gala' no difiriendo significativamente con las aplicaciones de BA+GA_{4+7}. Las aplicaciones de Ácido pelargónico redujeron el cuajado con respecto al Control en ambos cultivares, siendo las diferencias significativas en 'Fuji'. En 'Red Delicious' el BA+GA_{4+7} redujo el cuajado total en casi un 50%, pero no se observó ningún efecto aclarante del Ácido pelargónico. En los árboles tratados con la mezcla BA+GA_{4+7}/Carbaril y BA+GA_{4+7} de 'Fuji' y 'Royal Gala', se observó una tendencia a la reducción del número de dardos donde cuajaron 3 ó más frutos. En 'Red Delicious' los árboles tratados con BA+GA_{4+7} presentaron más de la mitad de los dardos con un fruto. En 'Fuji', los frutos tratados con BA+GA_{4+7} y la mezcla BA+GA_{4+7}/Carbaril presentaron un mayor peso y mayor relación Longitud/Diámetro.

Palabras clave: Accel, Ácido pelargónico, ANA, BA+GA 4+7, Carbaril, Malus domestica, Thinex.

SUMMARY

EFFECT OF THE CHEMICAL FRUIT THINNING IN APPLES CULTIVARS 'FUJI', 'ROYAL GALA' AND 'RED DELICIOUS'

A trial in Rio Negro Valley, Argentina studied the thinning effect of BA+GA_{4+7} (Accel), Pelargonic acid (Thinex), a combination of Carbaryl+NAA, and Accel+NAA

1. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue, CC85 (8303), Río Negro, Argentina.

in apples cvs. 'Fuji', 'Royal Gala' and 'Red Delicious'. In 'Fuji', Accel (267 ml/100 l) was applied at 5 and 10 mm fruit diameter (FD). Pelargonic acid (312.5 ml/100 l) was sprayed at 60 and 80% full bloom; the mix Accel/Carbaryl (267 ml/100 l + 120 gr/100 l) was applied at 13 mm of FD and NAA/Carbaryl (5 mg/l + 60 gr/100 l) was applied at 13 mm FD. A Control treatment was also included in each experiment. Same treatments were applied in both 'Fuji' and Gala but in the later Pelargonic acid was sprayed at full bloom. In 'Red Delicious' the only chemicals tested were Accel (267 ml/100 l) applied at 7 and 10 mm FD, and Pelargonic acid sprayed at 80% full bloom. In 'Fuji' and 'Royal Gala', Accel/Carbaryl resulted in better fruit thinning but differences with Accel were not significant. Pelargonic acid was effective only in 'Fuji'. In 'Red Delicious', Accel achieved excellent thinning but that was not the case of Pelargonic acid. Although no significant, there was a trend in the reduction in spurs that set 3 or more fruits with the Accel and the mix Accel/Carbaryl in 'Fuji' and 'Royal Gala'. In 'Fuji', fruits treated with Accel and the combination Accel/Carbaryl were larger and had high lenght/diameter ratio.

Key words: Accel, Pelargonic acid, AWA, BA+GA 4+7, Carbaryl, Malus domestica, Thinex.

Introducción

La obtención de fruta de alta calidad para competir en el mercado internacional exige la adopción de tecnologías modernas entre las cuales el uso de aclarantes juega un papel de importancia. Esta práctica cultural si bien no es nueva requiere de ajustes regionales con el advenimiento de plantaciones de alta densidad y de cultivares 'no tradicionales' como 'Fuji' y 'Gala'.

Cada cultivar de manzana requiere un programa de aclareo químico preciso ya que la respuesta al mismo puede variar dependiendo del clima, prácticas culturales, etc. (WILLIAMS, 1994). Así, un programa específico debe ser desarrollado para cada cultivar en cada área de producción. De todas formas ciertos conceptos básicos son aplicables a muchas situaciones (WILLIAMS y EDGERTON, 1981).

El aclareo de frutos remueve parcialmente las fuentes de giberelinas (GA) producidas en las semillas, que previenen la formación de yemas de flor. De esta manera se trata de mantener una producción similar año a año y evitar la alternancia o 'añerismo' (FAUST, 1989).

En el árbol frutal, la competencia entre frutos reducirá el tamaño de los mismos si el cuajado es excesivo. Dentro de ciertos límites, el tamaño de los frutos aumenta cuando aumenta la relación hoja-fruto. El aclareo aumenta esa relación y por lo tanto, permite a los frutos alcanzar tamaños mayores.

En general, de acuerdo a WILLIAMS (1995) las manzanas de forma 'redondeada' ('Gala', 'Fuji' y 'Granny Smith') responderán mejor al mismo programa de aclareo aplicado a 'Golden Delicious', mientras que para 'Braeburn' será más efectivo el programa utilizado para 'Red Delicious'.

El momento del aclareo es muy importante, obteniéndose los mayores efectos con un aclareo temprano en la estación de creci-

miento. Cuando más tardíamente se realiza el tratamiento, menor es su efecto (WILLIAMS, 1993; Dennis, 1994).

Entre los aclarantes comúnmente utilizados en manzana se encuentran el Carbaril, ANA y Ethrel, pero actualmente en varias zonas frutícolas del mundo están siendo probados nuevos compuestos químicos como la sulfcarbamida (monocarbamide dihydrogen sulfato), ácido pelargónico [CH3(CH2)7COOH], Benciladenina BA [N-(phenylmethyl) 1-H-purine-6 amine], ácido endothallico [7, oxybicylo (2,2,2) heptane-2-3 ácido dicarboxcylico], ammoniumthiosulfato (ATS) y Cianamida hidrogenada (Dormex) (WILLIAMS, 1994). Algunos de estos productos son de origen vegetal, y presumiblemente serán comercializados como aclarantes 'orgánicos'. Esto significa una interesante alternativa especialmente en regiones frutícolas con programas de producción de fruta integrada.

EL compuesto 6-benciladenina (BA) pertenece al grupo de las citoquininas de los reguladores de crecimiento y actúa como una hormona en varias especies vegetales. Uno de los productos registrados como aclarante es el Accel (Abbot laboratories, North Chicago, Il, 60064), modificación en la formulación de Promalina, conteniendo BA como el ingrediente aclarante activo con una baja concentración de giberelinas $A_4 + A_7$ (10% de la concentración de la promalina). Este producto es un compuesto biológico que no daña las abejas u otros insectos beneficiosos y cuyos ingredientes activos (Giberelinas y Citoquininas) son hormonas naturales de las plantas. Sin embargo es incierto si el efecto de aclareo es causado por BA, GA_{4+7}, o una combinación de ambas (GREENE y AUTIO, 1989).

Accel ha demostrado efectividad en 'Empire', 'McIntosh', 'Golden Delicious', 'Rome Beauty' y 'Jonagold'; resultados preliminares han sido muy promisorios en 'Fuji'; 'Gala' y 'Red Delicious'.

Una de las respuestas a la aplicación de BA como aclarante es el efecto sobre el tamaño del fruto, peso, diámetro y longitud (EMONGOR y MURR, 1994). De acuerdo a la concentración utilizada se observa un aumento en el peso promedio del fruto de hasta un 30 o 40% (ELFVING y CLINE, 1993). Comparaciones entre aclarantes han demostrado que BA incrementó el tamaño del fruto en un mayor grado que el ANA o el Carbaril a igual efecto aclarante. Presumiblemente BA actúa incrementando la división celular en el pequeño fruto y así contribuiría a un aumento del tamaño del fruto (ELFVING, 1994). Este aumento en el tamaño puede ser debido a un efecto directo del químico (BA) como también a un efecto indirecto como consecuencia de una reducción en la carga del árbol.

El Accel no debe ser aplicado con ANA o luego de una aplicación de ANA porque reduce el tamaño de los frutos y también se producen frutos pigmeos. Combinaciones con Carbaril no han presentado problemas (GREENE, 1995).

Accel se ha introducido en el mercado en un momento en que no son muchas las opciones que existen en cuanto a la elección de aclarantes. Por ejemplo con el ANA se puede reducir la cantidad de frutos pero no obtener frutos mas grandes debido a una reducción fotosintética; en cuanto al Carbaril no es recomendado dentro de un programa de control integrado debido al daño que produce en predatores de arañuelas (ROBINSON, 1994).

Otro producto actualmente en estudio es un formulado del Ácido Pelargónico, compuesto natural de las plantas, usado comercialmente en algunos alimentos. Este pro-

ducto es un aclarante de plena floración que se aplica cuando la flor principal del ramillete ha cuajado y las flores laterales se han abierto. Actúa por contacto y su modo de acción es quemando parte de las flores para prevenir la polinización de las flores adicionales. El producto comercial (Thinex) será registrado para su uso en la región del Pacífico Oeste de USA para ser utilizado en 'Red Delicious', 'Fuji' y 'Gala', también puede utilizarse en duraznos, nectarinas y uvas. Sus ingredientes activos son: ácido pelargónico (57%) y ácidos grasos C6-C12 (3%). También se utiliza para estimular el crecimiento vegetativo en plantaciones nuevas, aplicándolo en floración para prevenir la formación de frutos.

En manzanas el momento óptimo de aplicación variará de acuerdo al cultivar. En la mayoría de los casos se recomienda cuando el 60% al 80% de las flores están abiertas y cuando se ha producido la polinización de la flor principal. A veces es necesaria una segunda aplicación para obtener el nivel deseado de aclareo. De acuerdo al marbete del 'Thinex' es necesario un mojado completo de flores para un resultado efectivo pero sin llegar al goteo usando de 2000-4000 l/ha de agua ajustando el volumen de acuerdo al tamaño del árbol, forma, espaciamiento, etc. Se recomienda aplicar este producto durante el día cuando las temperaturas son mayores a 18 °C. En condiciones de alta humedad el producto no se seca correctamente.

El objetivo de este trabajo fue el estudio de la efectividad de distintos compuestos en el aclareo químico de manzanos cvs. 'Fuji', 'Royal Gala' y 'Red Delicious' en la región del Alto Valle del Río Negro y Neuquén. Se comparó el efecto de los aclarantes comúnmente utilizados en la región (ANA y Carbaril) con otros todavía no registrados en el país pero con un futuro promisorio especialmente en la producción integrada de frutas.

Materiales y métodos

Experimento I

Se utilizaron plantas de la cultivar 'Fuji'/M9 de cinco años de edad, en producción conducidas en espaldera modificada con un distanciamiento de 4 m entre filas y 2 m entre plantas.

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

– Accel: Dosis: 267 ml/100l, (~ 30gr/acre) con Regulaid a 125 ml/100l como coadyuvante cuando la media del diámetro de fruto era de 5 mm y otra aplicación a la misma dosis cuando la media del diámetro de fruto era de 10 mm.

– Mezcla Accel/Carbaril: Dosis: Carbaril: 120 gr/100l + Accel: 267 ml/100l con Regulaid a 125 ml/100l como coadyuvante cuando la media del diámetro del fruto era de 10 mm.

– Mezcla ANA/Carbaril: Dosis: ANA 5 mg./l p.i. +.Carbaril 60 gr./100l con Regulaid a 125 ml/100l como coadyuvante cuando la media del diámetro de fruto era de 13 mm.

– Thinex: Dosis: 312.5 ml/100l con Regulaid a 125 ml/100l cuando el porcentaje de floración era del 60% y cuando el porcentaje de floración era del 80%.

– Control: Sin aplicación.

Los tratamientos fueron aplicados a punto de goteo con una mochila a motor a cada planta en forma individual en un diseño completamente aleatorizado con 6 plantas (repeticiones) por tratamiento.

En el estado de puntas rojas-pétalos visibles (E_2) se contabilizaron el total de ramilletes florales de cada planta. En diciembre, tras la caída de noviembre o "june drop", se contabilizaron los frutos cuajados. De estos datos se obtuvo el porcentaje de dardos en donde cuajaron cero, uno, dos, tres o más frutos (clases productivas). Se calculó la densidad de ramilletes en floración (DRF): número de ramilletes por cm^2 de área seccional de tronco.

En el momento de cosecha se seleccionaron al azar 20 frutos de cada planta de cada tratamiento y se midió el peso, diámetro y longitud de cada uno.

Los datos fueron analizados usando el procedimiento de análisis de la varianza (ANOVA) del paquete estadístico SAS General Linear Models (SAS Institute, 1991) tomando el cuajado (n.° de frutos/100 ramilletes) como efecto principal. De acuerdo a la metodología propuesta por LOONEY y MCKELLAR (1984) se utilizó la DRF como covarianza pero en este caso no fue significativa. Se realizó una ANOVA de la distribución porcentual del cuajado para cada una de las clases productivas. Para el análisis, los datos fueron transformados a la raíz cuadrada pero al no existir diferencias con los datos sin transformar, los resultados se presentan con los datos originales. Las medias fueron separadas usando LSD.

También se realizó un análisis de la varianza para el peso del fruto y la relación Longitud/Diámetro (L/D). Al utilizarse el número de frutos cuajados como covarianza este no fue significativo por lo tanto se desestimó su uso.

Experimento II

Se utilizaron plantas de la cultivar 'Royal Gala'/MM111 de cinco años de edad conducidas en espaldera modificada a una distancia de 4 m entre filas y 2 m entre plantas. Los tratamientos fueron aplicados de la forma descrita en el experimento anterior con un diseño completamente aleatorizado, con 6 plantas (repeticiones) por tratamiento:

- Accel: Dosis: 267ml/100l, (~ 30gr/acre) con Regulaid a 125 ml/100l como coadyuvante cuando la media del diámetro de fruto era de 7 mm y otra aplicación a la misma dosis cuando la media del diámetro de fruto era de 10 mm.

- Mezcla Accel/Carbaril: Dosis: Carbaril: 120 gr/100l + Accel: 267 ml/100l con Regulaid a 125 ml/100l como coadyuvante cuando la media del diámetro del fruto era de 10 mm.

- Mezcla ANA/Carbaril: Dosis: ANA 5 mg/l p.i. + Carbaril 60 gr/100l con Regulaid a 125 ml/100l como coadyuvante cuando la media del diámetro de fruto era de 13 mm.

- Thinex: Dosis: 312.5 ml/100l con Regulaid a 125 ml/100l en plena floración.

- Control: Sin aplicación.

El porcentaje de cuajado fue obtenido de la misma manera que el experimento anterior.

Los datos fueron analizados usando el procedimiento descripto en el experimento anterior.

Experimento III

En este caso las plantas utilizadas fueron de la cultivar 'Red Delicious', 'Atwood' (Chañar 34/EM4) de más de diez años de edad, conducidas en espaldera modificada a una distancia de 4m entre filas por 4m entre plantas.

De cada planta se eligieron cuatro ramas representativas de cada lado en un total de 6 plantas por tratamiento en donde se aplicó el producto a punto de goteo con una mochila a motor en un diseño completamente aleatorizado. Los tratamientos fueron los siguientes:

– Thinex: aplicado aproximadamente cuando la floración era del 80% a 312.5 ml/100l con Regulaid como coadyuvante a 125 ml/100l.

– Accel: dos aplicaciones: la primera cuando el fruto tenía 7 mm y la segunda cuando el fruto tenía aproximadamente 10 mm, ambas aplicaciones con una dosis de 267 ml/100l (~30gr/acre) usando 'Regulaid' como coadyuvante a 125 ml/100l.

– Control: sin tratamiento.

El porcentaje de cuajado fue obtenido de la misma manera que en los experimentos anteriores con la excepción que en este caso no se tomó una muestra de frutos para medir su peso, diámetro y longitud.

Los datos fueron analizados usando el procedimiento descrito anteriormente.

Resultados y discusión

Experimento I

Todos los tratamientos mostraron una diferencia significativa con el control (cuadro 1). La mezcla Accel/Carbaril fue el tratamiento que más redujo el cuajado total (número de frutos/100 ramilletes) en 'Fuji' aunque no hubo diferencias significativas con la aplicación de Accel. Tampoco hubo diferencias significativas en el aclareo entre las aplicaciones de Accel, ANA/Carbaril y Thinex, pero sí estos resultados fueron diferentes al control. La mezcla Accel /Carbaril presentó el mayor porcentaje de dardos con 0 y 1 fruto aunque no hubo diferencias significativas con el resto de los tratamientos excepto con el control (cuadro 1). En el caso de dardos con tres frutos fue la mezcla Accel/Carbaril y el Accel los tratamientos que significativamente presentaron los menores porcentajes de cuajado. Esta tendencia de ambos tratamientos a presentar el mayor porcentaje de dardos con un fruto es una característica altamente positiva para obtener frutos de mejor forma, color y con menos posibilidades de ataques por carpocapsa.

Los frutos tratados con Accel y la mezcla Accel/Carbaril presentaron un mayor peso y una mayor relación Longitud/Diámetro (cuadro 1). Los frutos de la cultivar 'Fuji' tienen la característica de tener una forma generalmente redondeada, por esto es interesante el efecto de la aplicación del Accel favoreciendo el aumento de la longitud del fruto. Debido a que todos los árboles fueron aclarados a mano luego de haber realizado la evaluación del efecto de los aclarantes (después de la caída de Noviembre, "june drop") se puede deducir que existe un efecto directo del producto Accel en el tamaño del fruto ya que tras el aclareo manual los árboles quedaron aproximadamente con la misma carga de fruta. Bound *et al.* (1991) trabajando también con manzanas 'Fuji' obtuvieron un aumento del peso y tamaño de la fruta utilizando Benciladenina como aclarante. Según Greene *et al.* (1992) la Benciladenina aumenta el tamaño del fruto independientemente de su efecto aclarante pero solamente cuando se la aplica directamente sobre el fruto; en nuestra experiencia el producto fue aplicado a punto de goteo sobre el follaje y sobre los frutos. Greene y Autio (1989) aumentaron el tamaño del fruto con aplicaciones de Benciladenina sin inducir el aclareo y

CUADRO 1
EFECTO DEL ACCEL/CARBARIL, ACCEL, ANA/CARBARIL Y THINEX EN EL CUAJADO DEL FRUTO, PESO Y RELACIÓN LONGITUD:DIÁMETRO DEL FRUTO EN ÁRBOLES DE LA CULTIVAR 'FUJI'

Tratamiento	Cuajado total[y]	Distribución porcentual del cuajado en cada clase productiva					Peso Medio del Fruto (g.)	Relación L : D[z]
		0	1	2	3	3+		
Accel/Carbaril	66,16c	40,90a	29,70a	17,60	7,80c	4,00b	280,82a	0,84a
Accel	88,09bc	37,80a	26,80a	20,20	11,00cb	4,10b	277,38a	0,83a
ANA/Carbaril	120,47b	31,40ab	28,20a	21,90	13,00b	5,60b	229,26b	0,81b
Thinex	111,69b	32,90ab	27,80a	22,70	12,20cb	4,40b	215,82bc	0.81b
Control	182,63a	24,90b	20,90b	18,60	20,50a	15,00a	204,71c	0,80b
F	8,12	3,11	3,41	1,27	9,39	9,76	8,70	4,02
P	0,002	0,03	0,02	0,31	0.0001	0,0001	0,0002	0,01
$LSD_{(0.05)}$	44,90	10,00	5,00	6,00	4,00	4.00	18,09	0,02

[y] Número de frutos por 100 ramilletes florales
[z] L : D = Relación Longitud : Diámetro

sugirieron que este efecto podía deberse a un aumento del número de células debido directamente al efecto de la benciladenina. Los frutos tratados con ANA/Carbaril y con Thinex no presentaron diferencias en peso y relación L/D con respecto al testigo (cuadro 1).

Experimento II

En 'Royal Gala' los tratamientos con la mezcla Accel/Carbaril, Accel y la mezcla ANA/Carbaril fueron los que más redujeron el cuajado total difiriendo significativamente con el Control (cuadro 1). El efecto del Accel en el cuajado total en este experimento no coincide con los resultados de McARTNEY *et al.* (1995); dichos autores, trabajando con 'Royal Gala' en Nueva Zelanda no encontraron diferencias significativas en el porcentaje de cuajado total entre tratamientos (Accel, Carbaril y Control), esto puede ser debido a que en ese experimento el Accel fue aplicado sólo una vez, a los 12 mm de diámetro del fruto rey del dardo o del fruto rey de brindillas, en cambio en este estudio se realizaron dos aplicaciones de Accel, a los 7 y 10 mm de diámetro del fruto. No hubo diferencias significativas en el cuajado entre los árboles tratados con Accel y Thinex. El efecto del aclareo en los árboles tratados con Thinex no fue estadísticamente distinto al de los árboles sin tratar, sólo se observó una tendencia a un menor cuajado total; esto puede deberse a que, en esta cultivar, el Thinex se aplicó sólo una vez al 80% floración, en cambio en el experimento anterior de la cultivar 'Fuji' se realizaron dos aplicaciones: al 60 y 80% de floración.

La mezcla Accel/Carbaril, Accel, y ANA/Carbaril redujeron el número de dardos donde cuajaron 3 o más frutos e incrementaron el número de dardos donde cuajó sólo un fruto (cuadro 2). Aproximadamente en la mitad de los dardos de los árboles tratados con la mezcla Accel/Carbaril y ANA/Carbaril no cuajó ningún fruto (cuadro 2), estos resultados tal vez estén indicando un efecto excesivo del aclareo en ambos tratamientos. Los árboles tratados con Accel y Thinex presentaron el 31 y 26 % de los dardos con 0 fruto difiriendo significativamente del control donde solo el 15 % de los dardos no tuvieron frutos.

Experimento III

En 'Red Delicious' el Accel redujo el cuajado total en casi un 50% difiriendo significativamente con el Thinex y el Control (cuadro 3). El efecto del Thinex en el aclareo de esta cultivar no fue relevante, a pesar que el producto fue colocado de acuerdo a las recomendaciones (al 80% de floración) y que dos días posteriores a la aplicación del producto se observó quemadura de pétalos en una alta proporción. De cualquier modo en ese momento tal vez ya habían cuajado gran parte de los frutos por lo tanto se deberá ajustar la época de aplicación. No se observaron efectos colaterales de daño en la epidermis o deformaciones de los frutos. En un 26% de los dardos tratados con Accel no cuajó ningún fruto siendo este número significativamente diferente al Control y al tratamiento con Thinex. En general, los árboles tratados con Accel presentaron más de la mitad de los dardos con un fruto y redujeron el número de dardos donde cuajaron 2, 3 o más de tres frutos (cuadro 3).

Con la mezcla Accel/Carbaril se obtuvo la mayor respuesta al aclareo tanto en 'Fuji'

CUADRO 2
EFECTO DEL ACCEL/CARBARIL, ACCEL, ANA/CARBARIL Y THINEX EN EL CUAJADO DEL FRUTO EN ÁRBOLES DE LA CULTIVAR 'ROYAL GALA'

Tratamiento		Cuajado total[y]	Distribución porcentual del cuajado en cada clase productiva				
			0	1	2	3	3+
Accel/Carbaril		37,1c	48,6a	43,6ab	6,4c	1,2b	0,2b
Accel		53,6cb	31,2b	53,4a	13,7abc	1,5b	0,2b
ANA/Carbaril		43,1c	56,4a	31,3b	10,2bc	2,0b	0,2b
Thinex		80,8ab	26,0bc	53,5a	16,4ab	3,6b	0,6b
Control		95,4a	15,5c	51,4a	22,0a	8,1a	3,0a
	F	4,78	20,16	4,31	4,05	4,94	3,55
	P	0,005	0,0001	0,009	0,01	0,0045	0,02
	$LSD_{(0.05)}$	33,40	11,00	13,00	8,60	3,70	9,00

[y] Número de frutos por 100 ramilletes florales.

CUADRO 3
EFECTO DEL ACCEL Y THINEX EN EL CUAJADO DEL FRUTO EN ÁRBOLES DE LA CULTIVAR 'RED DELICIOUS'

Tratamiento		Cuajado total[1]	Distribución porcentual del cuajado en cada clase productiva				
			0	1	2	3	3+
Accel		48,23b	26,7a	56,3	13,6b	3,20b	0,20
Thinex		117,29a	8,50b	54,9	28,3a	7,30a	1,10
Control		91,17a	12,4b	62,1	20,1b	4,50ab	0,90
	F	7,66	12,98	2,08	9,15	3,91	1,57
	P	0,005	0,0005	0,16	0,0025	0,043	0,24
	$LSD_{(0.05)}$	37,97	8,00	7,90	7,00	3,00	1,00

[1] Número de frutos por 100 ramilletes florales.

como en 'Royal Gala'; resultados similares fueron encontrados por Greene y Autio (1989) trabajando con manzanas cv. 'McIntosh'.

En el caso de 'Fuji', al observar los frutos en el momento de cosecha, se puede concluir que en este experimento el efecto de la mezcla Accel/Carbaril produjo un aclareo excesivo que se reflejó en un aumento del tamaño de la fruta mayor a lo comercialmente aceptable. Esto ya fue observado cuando se combinaban el Accel y Carbaril o Accel y ANA (Dennis, 1995). De todas maneras se puede especular en un efecto directo del Accel sobre el aumento del peso, longitud y diámetro del fruto, en coincidencia con los resultados encontrados por Greene y Autio (1989), Greene *et al.* (1992), Elfving y Cline (1993).

En general el Accel aclarea dardos con dos o tres frutos más que dardos con un fruto y no aclarea selectivamente a un fruto por ramillete como el ANA (Greene *et al.*, 1992).

Es importante en cultivares como 'Royal Gala' y especialmente 'Fuji' realizar el aclareo oportunamente, esto nos asegura un manejo equilibrado de la carga de la planta especialmente en las variedades con una fuerte tendencia a la alternancia. Productos de origen natural como el Accel y Thinex dan una buena perspectiva para el manejo de la producción de fruta integrada pero es necesario una mayor experimentación al respecto para ajustar el momento de aplicación y dosis a utilizar. Es importante también continuar con las experiencias de aclareo en cultivares no tradicionales para la región que tendrán una producción importante en el futuro.

Bibliografía

Bound S., Jones K.M. Koen T.B., Oakford. 1991. The thinning effect of benzyladenine on red 'Fuji' apple trees. J. Hort. Sci., 66:789-794.

DENNIS F.G. 1995. Response of several apple cultivars to thinning sprays of benzyladenine, NAA and combinations thereof. Hort Science, 30:765.

DENNIS F.G. 1994. Effects of orchard practices on flowering and fruiting of deciduous fruit trees. Compact fruit tree, 27:111-114.

ELFVING D.C. 1994. Benzyladenine: chemical thinner for the northwest. Good Fruit Grower, 45(7):47-48.

ELFVING D.C. CLINE R.A. 1993. Cytokinin and ethephon affect crop load, shoot growth, and nutrient concentration of 'Empire' apple trees. Hort Science, 28(10):1011-1014.

EMONGOR V.E., MURR D.P. 1994. Timing of benzyladenine application as a chemical thinner of 'Empire' apple. Hort Science, 29:455.

FAUST M. 1989. Fruiting: Thinning of fruits. In: Physiology of temperate zone fruit trees. Chapter 4. John Wiley & Sons, Inc. New York.

GREENE D.W., AUTIO W.R., ERF J.A., MAO Z.Y. 1992. Mode of action of Benzyladenine when used as a chemical thinner on apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 117:775-779.

GRLINE D.W. AUTIO W.R. 1989. Evaluation of benzyladenine as a chemical thinner on 'McIntosh' apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 114(1):68-73.

LOONEY N.E., MCKELLAR J.E. 1984. Thinning Spartan apples with Carbaril and 1-Naphthaleneacetic acid: influence of spray volume and combinations of chemicals. Can. J. Plant Sci., 64:161-166.

MCARTNEY S.J., TUSTIN D.S., SEYMOUR S., CASHMORE W. 1995. Benzyladenine and carbaryl effects on fruit thinning and the enhancement of return flowering of three apple cultivars. J. Hort. Sci., 70:287-296.

ROBINSON T. 1994. Research shows new thinning agent enhances fruit size. The great lakes fruit growers news, 35.

SAS Institute, Inc. 1991. SAS/STAT User's Guide. Version 6, 4th. ed, Vol. 1 and 2. Cary, NC.

WILLIAMS M.W. 1995. Chemical thinning may be preferred risk. Good Fruit Grower, 46(7):10.

WILLIAMS M.W. 1994. Factors influencing chemical thinning and update on new chemical thinning agents. Compact fruit tree, 27:115-122.

WILLIAMS M.W. 1993. Comparison of NAA and carbaryl petal-fall sprays on fruit set of apples. Hort Technology, 4:428-429.

WILLIAMS M.W. EDGERTON L.J. 1981. Fruit thinning of apples and pears with chemicals. Agric. Info. Bull. No. 289 (rev).

(Aceptado para publicación el 14 de mayo de 1998)

ITEA (1998), Vol. 94V N.° 3, 148-157

EFECTO DE LA PODA Y ACLAREO DE ÁRBOLES ADULTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE NUEZ DEL NOGAL PECANERO

A. Lagarda Murrieta
Mª del C. Medina Morales
J. Arreola Ávila

Campo Experimental La Laguna,
Centro de Investigación Regional
Norte-Centro. INIFAP-SAGAR
Apdo. Postal 247
27000 Torreón, Coahuila

RESUMEN

Se estudiaron tratamientos de poda lateral o seto, poda de aclareo selectivo de ramas y aclareo de árboles en una huerta de 13 años de edad variedad Western Schley con una densidad de 100 árboles/ha. La poda de los árboles provocó durante el primer año de tratamiento un incremento significativo sobre la producción de pepita (parte comestible) del testigo sin poda que tuvo 1.182 kg/ha; con la poda de aclareo de ramas se obtuvo 2.056 Kg/ha y con la poda en seto o poda lateral 2.058 kg/ha. En los tres años, el mejor tratamiento para la producción de pepita por hectárea fue la poda de aclareo selectivo de ramas con 6.959 Kg; el índice de alternancia en la producción durante estos 3 años fue de 24.4%, en cambio en el testigo sin poda fue de 86.4%. El aclareo de árboles de 100 a 25/ha tuvo buena respuesta en la producción por árbol con un promedio de 47.5 kg de nuez en cáscara. Se requiere aclarear solo el 25% de los árboles para mantener los rendimientos por hectárea; este tratamiento mantiene un índice de alternancia bajo, de 12%. Para alcanzar rendimientos máximos en nogal se requiere tener una densidad de árboles de 9 a 11 m^2/ha de área transversal del tronco.

Palabras clave: *Carya illinoensis (Wangenh) K. Koch).* Poda, Rendimiento, Alternancia, Área transversal del tronco.

SUMMARY
EFFECT OF PRUNING AND THINNING MATURE PECAN TREES ON THE NUT PRODUCTION

Pruning treatments such as hedging and selective limb pruning was performed as well as a tree thinning out from a 13 year old Western Schley Pecan Orchard having 100 trees/ha.

The pruning on the pecan trees promoted in the next year a significant increment on the kernel production compared to the non prunned check trees (1.182 kg/ha); hedging pruning trees reported 2.056 kg/ha whereas those trees having selective limb pruning produced 2.058 kg/ha.

Kernel production evaluated in a 3 year consecutive period showed that trees having selective limb had the greatest production 6.959 kg/ha/3 year; and an alternate

bearing index of 24.4% among years compared to a 86.4% reported in the unprunned trees.

Thinning out trees from 100 to 25/ha had the best per tree production 47.5 in shell nuts kg/tree, however in order to keep the nut production in commercial levels, this practice should go to a reduction as high as 25% of the tree population per hectare; reporting additionally an alternate bearing index of 12%. The maximum pecan yields were achieved when the tree density accumulated 9 to 11 m^2 trunk cross seccional area per hectare.

Key words: *Carya illinoensis (Wangenh) K. Koch).* Pruning, Yield, Alternate bearing, Trunk cross sectional area.

Introducción

En la Región Lagunera existen 5.937 hectáreas de nogal pecanero, de las cuales 4.675 están en producción. La obtención de nuez de alta calidad es más difícil en árboles mayores de 20 años (WOOD, 1992), por el sombreo interno (entre ramas del árbol) y externo (entre árboles). Esta calidad se puede mejorar a través de prácticas que favorecen la captación de la luz como el aclareo de árboles (HERRERA, 1995, ARREOLA y LAGARDA, 1988; MALSTROM *et al,* 1978) , la poda de aclareo de ramas y la poda mecánica de despunte (WORLEY, 1991; WORLEY, 1990).

La capacidad de transformación de la luz a substancias elaboradas por las hojas o carbohidratos es variable. La hoja alcanza su máxima actividad fotosintética al llegar a su tamaño completo y dura en esta etapa 30 días aproximadamente (WOOD, 1992; MIELKE, 1981). Al reducir la intensidad de luz fotosintéticamente activa al 50% , la fijación de CO_2 se redujo al 34% en hojas del cultivar Western y estas mismas hojas bajo sombra completa redujeron la fijación de CO_2 hasta el 81% (MIELKE, 1981; ANDERSEN y BRODBECK, 1994).

La producción y calidad de nuez de nogales adultos se puede mantener siguiendo diferentes estrategias:

a) La poda en seto, usada para mantener una copa de árboles productivos de tamaño controlado, reportada en Nuevo México (HERRERA, 1995) y Arizona (MIELKE, 1981); sin embargo sus limitaciones sobre el control de tamaño del árbol y los costos que origina han reducido su aplicación.

b) La poda de aclareo selectivo de ramas permite reducir el tamaño de la copa del árbol, provocando además una brotación más vigorosa en la parte baja de la copa (ARREOLA y LAGARDA, 1988). En el cultivar Western se ha logrado conservar la capacidad productiva de los árboles y mejorar la calidad de pepita (parte comestible) hasta en 10 puntos porcentuales (TARANGO *et al,* 1994); además se pueden mantener producciones superiores a 2.3 ton/ha y con una calidad superior al 55% de pepita, en el norte de México (WORLEY, 1990; TARANGO *et al.* 1994; ARREOLA y LAGARDA, 1988).

c) Aclareo de árboles. Se sugiere reducir el 25% de la densidad de árboles de 100 o más árboles/ha por periodos de 2 a 3 años

hasta alcanzar una densidad de 20 árboles por hectárea (HERRERA, 1995; MCEACHERN, 1997; WOOD y JOYNER, 1990). Los inconvenientes son: a) dificultad de aspersión foliar, b) aumento de necesidades de agua, c) mayor competencia interna entre frutos, d) mayor posibilidad de germinación prematura de nuez y e) un mayor índice de alternancia en la producción (WOOD, 1990; WORLEY, 1990; MCEACHERN, 1997; LAGARDA, 1995).

La densidad de área transversal del tronco (ATT) por hectárea (suma del área del tronco de los árboles de una hectárea), para que el follaje capture la mayor cantidad de luz y lo transforme a nuez de calidad, es de 5.7 a 7.8 m^2/ha (WORLEY, 1990).

En la Comarca Lagunera, la mayoría de las huertas están plantadas a 10x10 m y 12x12 m, con 100 y 70 árboles/ha, respectivamente. (MEDINA, 1980). Lo anterior indica que actualmente, por la edad de los árboles, hay huertas con problema de sombreo y que la mayoría lo tendrán en su edad madura. Por lo anterior, se planteó el siguiente estudio cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la poda lateral, aclareo de ramas y aclareo de árboles, sobre el rendimiento y calidad de nuez del Nogal Pecanero.

Material y métodos

El estudio se realizó durante 3 años (1993-1995) en la huerta de nogal de la Pequeña propiedad Viñasol del Mpio. de Gómez Palacio, Durango. Los árboles tenían 13 años al inicio del experimento y ahora tienen 15 años. Están plantados a 10x10 m en un sistema de marco real, con 100 árboles/ha. Se seleccionaron árboles del Cv. Western, los cuales tenían ya ramas entrecruzadas y por lo tanto con problemas de sombreo interno y entre árboles.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 4 tratamientos y diferente número de repeticiones. La unidad experimental fue un árbol, con características similares de crecimiento.

Los tratamientos y número de repeticiones fueron los siguientes:

1. Poda de aclareo de ramas, con 5 repeticiones. Se eliminó un 10% aproximadamente del volumen de la copa cada año y el propósito es reducirlo en un 30-40% en un período de 3 años e incrementar la luz dentro del árbol y entre árboles. Se eliminaron las ramas que se encontraban hacia arriba, empalmadas o juntas con crecimiento hacia el interior del árbol. En el Cuadro 1 se muestran las características de las ramas cortadas durante los 3 años. El primer año de 1993 se cortaron más ramas, pero de menor diámetro y longitud y mayor peso fresco que los 2 años siguientes de 1994 y 1995. En 1995, se cortó una sola rama grande, que se dividió en 2.4 ramas para medirla y pesarla y tuvo menos peso fresco que los otros años (63 kg).

2. Poda lateral con 7 repeticiones. Se eliminó el 15% aproximadamente de la madera cada año, se cortaron las ramas entrecruzadas a dos lados de la copa del árbol, en dirección Este-Oeste entre árboles un año y Norte-Sur otro año. En el Cuadro 1 se muestra el número de ramas, diámetro, longitud y peso fresco de las ramas cortadas. También en 1995, se cortó una sola rama grande que se dividió en 3 ramas cortas para tomar los datos y tuvo menos diámetro, longitud y peso fresco que las ramas de los años anteriores.

3. Aclareo de árboles con 9 repeticiones. Durante 3 años: 1992, 1993 y 1994 se eli-

CUADRO 1
MADERA PODADA EN ACLAREO DE RAMAS Y PODA LATERAL, EN ÁRBOLES DE NOGAL PECANERO. INIFAP-LAGUNA. 1993-1995
TABLE 1
PRUNNED WOOD OBTAINED OUT OF THE SELECTIVE LIMB AND LATERAL PRUNING IN PECAN TREES. INIFAP-LAGUNA. 1993-1995

Tratamiento	N° de ramas por árbol			Diámetro (cm)			Lóngitud (cm)			Peso fresco (kg)			Total Peso fresco (kg)
	93	94	95	93	94	95	93	94	95	93	94	95	
Aclareo de ramas	12.2	3	2.4	5.6	12.8	7.5	5.2	6.8	6.7	166	161	63	390
Poda lateral	12.7	2.4	3	7.3	11.6	6.5	6.3	8.0	4.6	266	101	46	413

minó un 25% de árboles cada año, completando un 75% del total de 100 árboles, para lograr una distancia de 20x20 m con 25 árboles/ha y sin podar. En 1991 había 100 árboles/ha; en 1992 había 75; en 1993 había 50 y en 1994 y 1995 había 25 árboles/ha.

4. Testigo sin podar, con 5 repeticiones. Los árboles estuvieron a 10x10 m, en condiciones de sombreo y sin podar los 3 años.

Las variables evaluadas fueron:

a) Rendimiento de nuez por árbol.

b) Rendimiento de nuez/ha.

c) Eficiencia en rendimiento en gramos de nuez por árbol por cm^2 del área transversal del tronco (g/cm^2 ATT) (WESTWOOD, 1981).

d) Kg/ha de pepita.

e) Índice de alternancia, se calculó con el coeficiente de variación de la producción de los 3 años.

La comparación de medias se realizó con la prueba D.M.S. con diferente número de repeticiones, usando el valor de "t" al 5%.

Para el análisis combinado de los 3 años, se utilizó un diseño completamente al azar con los 4 tratamientos y 3 repeticiones (los 3 años), para las variables: pepita (kg/ha) y eficiencia en rendimiento (g/cm^2). Se utilizó la prueba D.M.S. para la comparación de medias.

Resultados y discusión

En la producción de pepita por hectárea se observó un efecto estadísticamente significativo en 3 años de evaluación (Cuadro 2). La poda de aclareo selectivo de ramas estimuló una mejor transformación de luz a pepita de nuez pecanera, obteniéndose un total de 6.959 kg/ha superior estadísticamente al tratamiento testigo sin poda que logró 5.351 kg/ha y a la poda lateral que produjo 4.792 kg/ha de pepita. La poda lateral no modificó su comportamiento con respecto al testigo sin podar; lo que indica que de alguna manera limita la entrada de

luz a toda la superficie potencial de hojas (MALSTROM, 1981).

Los resultados anteriores indican que podar árboles adultos de Nogal Pecanero no necesariamente provoca resultados positivos en producción de nuez con cáscara y pepita a largo plazo; sin embargo, cuando se realiza la poda de aclareo de ramas para promover una mayor superficie de follaje iluminado, además de controlar el tamaño del árbol, se logra un mayor rendimiento de pepita al año (2.319 kg/ha) (Cuadro 2).

La búsqueda del mejoramiento de la producción es a través de una mejor distribución del follaje de los árboles para transformar la captación de luz en pepita producida en un 30% superior con respecto al testigo. Analizando la producción de pepita parcial por año, el primer año los tratamientos con poda de aclareo de ramas (2.056 kg/ha) o de poda lateral (2.058 Kg/ha), produjeron más que el testigo (1.182 Kg/ha) en forma significativa.

Durante el segundo año de poda, los árboles con aclareo selectivo de ramas tuvieron una producción de 2.482 kg/ha de pepita, superior estadísticamente al testigo (1.374 kg/ha) y a la poda lateral o seto (1.563 kg/ha). Se observó un claro descenso de la producción con el tratamiento de poda lateral, semejante al testigo sin poda.

En la producción de pepita de nuez pecanera durante el tercer año, se observó un incremento repentino de la producción del testigo (2.795 kg/ha) igual estadísticamente al tratamiento de poda de aclareo selectivo de ramas con 2.421 kg/ha. Esta inconsistencia productiva de los árboles sin poda con falta de luz y con la poda lateral, coincide con WORLEY (1985; 1991).

La poda en general no es positiva para mantener la producción del nogal; sin embargo, la poda de aclareo selectivo de una rama grande (15-20 cm de diámetro) por año (hasta alcanzar el tamaño correspondiente de los árboles a una densidad de 50 a

CUADRO 2
PRODUCCIÓN DE PEPITA DE NUEZ PECANERA CON DIFERENTES TIPOS DE PODA Y ACLAREO DE ÁRBOLES. INIFAP-LAGUNA. 1993-1995
TABLE 2
PECAN KERNEL PRODUCTION PER HECTARE WITH DIFFERENT PRUNNING TYPES AND THINNING OUT TREES. INIFAP-LAGUNA 1993-1995

Tratamiento	Pepita (kg/ha)			Total
	1993	1994	1995	
Poda aclareo ramas	2.056 a	2.482 a	2.421 a	6.959 a
Poda lateral	2.058 a	1.563 b	1.171 b	4.792 b
Aclareo de árboles[1]	1.235 b	758 c	724 b	2.717 c
Testigo	1.182 b	1.374 bc	2.795 a	5.351 ab
Significancia	*	*	*	*
Cv (%)	23.8	47.8	55.0	30.9

** $P < 0.01$

1. 1993 se consideraron 50 árboles/ha, 1994 y 1995 se tuvieron 25 árboles.

100 árboles/ha), indica ser la más adecuada, para la producción, coincidiendo con lo reportado en Alabama, Lousiana, Texas y Georgia (WORLEY, 1991).

El aclareo o eliminación de árboles es una práctica que reduce la población por hectárea, para permitir una mejor exposición del follaje a la luz solar. Esto permite mejorar la condición productiva de los árboles en forma individual, sin embargo debe considerarse la reducción de la población para mantener la capacidad productiva de la hectárea. Cuando es una densidad de 50 árboles/ha, la producción de pepita por hectárea (1.235 kg/ha) fue similar al testigo sin poda (1.182 kg/ha) durante el primer año. Al siguiente año de reducir los árboles a 25/ha la producción de pepita fue de 758 kg/ha, por una reducción de la población productiva de los árboles, los cuales mantuvieron una producción por árbol de 25 a 30 kg, indicando que el aclareo de árboles no debe rebasar un 25% de la población original de la huerta (McEACHERN, 1997; WOOD, 1992).

Otro factor importante en la evaluación de la producción de los árboles es su reflejo al largo plazo o índice de alternancia . La evaluación se realizó calculando el coeficiente de variación de la producción de los tres años. El tratamiento con mayor índice de alternancia o variación (86.4%) fue el testigo sin poda, donde se refleja que la falta de acumulación de reservas hace que la producción de nuez se exprese en forma muy alternante (Cuadro 3).

La poda de aclareo selectivo de ramas, además de haber estimulado una producción de 40.9 kg/árbol promedio en 3 años, reportó un índice de alternancia reducido (24.4%), con lo que se garantiza una producción estable y a nivel hectárea muy alta. Los tratamientos con mayor índice de alternancia fueron los árboles no podados (86.4%) y los árboles podados lateralmente o poda de seto con 60.4% (Cuadro 3). Los tratamientos que son efectivos en la inducción de la producción también reducen el índice de alternancia.

El tratamiento de aclareo de árboles tuvo buena producción por árbol (47.5 Kg) y el índice de alternancia mas bajo que se logró (12.0%); sin embargo, cuando el rendimiento por árbol se transforma a rendimiento por hectárea, este se reduce por la disminución de unidades productivas y de aquí se estima que ésta debe ser de solo un 25% (WORLEY, 1991) (Cuadro 3).

La mejor eficiencia productiva por árbol se logró en forma similar para los tratamientos de aclareo de árboles y la poda de aclareo selectivo de ramas, los cuales promediaron en 3 años 43 y 36 gramos de nuez por cada cm^2 de área transversal del tronco (ATT), respectivamente (Cuadro 4). Estos dos tratamientos mostraron la variación mas reducida en el índice de alternancia en la producción; indicando que lograron hacer una óptima exposición del follaje a la luz y la transformación a nuez como lo indican MALSTROM (1981), MIELKE (1981) y WOOD y JOYNER (1990).

Los efectos de saturación de luz se hicieron evidentes en los tratamientos de poda lateral y el testigo, donde su producción promedio por árbol fue 22 g/cm^2 y 27 g/cm^2 ATT respectivamente. Esto corresponde al menos a un 25% de menor producción; además de que su índice de alternancia en la producción fue mayor. Estos efectos los reporta MCEACHERN (1997), WOOD (1992) y ANDERSEN Y BRODBECK (1994) en huertas con limitación de luz en el follaje.

Al integrar la eficiencia productiva por árbol (g/cm^2), con la densidad total de

CUADRO 3
ÍNDICE DE ALTERNANCIA EN LA PRODUCCIÓN DE NUEZ PECANERA EN CÁSCARA, EN NOGALES CON DIFERENTES TIPOS DE PODA Y ACLAREO DE ÁRBOLES. INIFAP-LAGUNA. 1993-1995

TABLE 3
ALTERNATE BEARING INDEX AND PER TREE PRODUCTION OF IN SHELL PECANS ON TREES WITH DIFFERENT KINDS OF PRUNNING AND THINNING OUT TREES. INIFAP-LAGUNA. 1993-1995

Tratamiento	Año	Kg/árbol	Índice Alternancia (%)[1]
Aclareo de ramas	1993	36.5	24.4
	1994	46.5	
	1995	39.7	
	x	40.9	
Aclareo de árboles	1993	44.2	12.0
	1994	49.9	
	1995	48.5	
	x	47.5	
Poda lateral	1993	35.5	60.4
	1994	28.1	
	1995	18.9	
	x	27.5	
Testigo	1993	20.3	86.4
	1994	25.0	
	1995	47.4	
	x	30.9	

1. = Coeficiente de variación de la producción a través de los años.

ATT(m^2)/ha en cada uno de los tratamientos, se logró estimar los kg/ha de nuez producidos (los cuales son similares a los reales). La densidad de 9.33 a 11.56 m^2 ATT/ha es la que mayor potencial de rendimiento registró (Cuadro 5) con 4.000 kg/ha de nuez en cáscara. Estos resultados superan aproximadamente en 3 m^2/ha de ATT a la densidad óptima que sugiere WORLEY (1990) para nogales adultos de 5.7 a 7.8 m^2/ha de ATT. Lo anterior puede explicarse al considerar que la iluminación reportada para la Región Lagunera donde se realizó éste estudio es muy alta y con un porcentaje superior al 95% de días libres de nublados, además de que se dispone de riego suficiente para lograr esa máxima productividad.

Es importante indicar que éste estudio se realizó cuando los árboles cubrieron la superficie del suelo con follaje reportando en general 11 a 12 m^2 ATT/ha, superficie en la que tanto el testigo como el tratamiento de poda lateral, reportaron los rendimientos más bajos de 3.053,7 y 2.776,0 kg/ha de nuez en cáscara, observándose además una mayor fluctuación en los índices de alternancia (Cuadro 5).

El efecto de la poda sobre la producción de árboles adultos fue diferente según el

CUADRO 4
EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN DE NUEZ EN CÁSCARA CON DIFERENTES TRATAMIENTOS DE PODA Y ACLAREO DE ÁRBOLES INIFAP-LAGUNA. 1993-1995

TABLE 4
IN SHELL NUT PRODUCTION EFFICIENCY ON DIFFERENT TREATMENTS OF TREE PRUNNING AND THINNING OUT PECAN TREES. INIFAP-LAGUNA. 1993-1995

Tratamientos	ATT1/ha	Eficiencia Productiva/árbol (g/cm² ATT)			
	(m²)	1993	1994	1995	x
Poda aclareo ramas	11.56 a	34 ab	40 ab	34 a	36 ab
Poda lateral	12.62 a	30 b	21 b	15 b	22 b
Aclareo de árboles	3.11 b	45 a	44 a	40 a	43 a
Testigo	11.31 a	19 c	20 b	42 a	27 b
Significancia	**	**	*	**	*
C.V. (%)	12.5	30.4	50.1	35.8	24.4

* P < 0.05
** P < 0.01

1 = Área transversal del tronco

CUADRO 5
PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE NUEZ EN CÁSCARA RELACIONADA A LA EFICIENCIA PRODUCTIVA G/CM² ATT CON TRATAMIENTOS DE PODA Y ACLAREO DE ÁRBOLES DE NOGAL PECANERO. INIFAP-LAGUNA. 1993-1995

TABLE 5
IN SHELL PECAN NUT PRODUCTION RELATED TO THE PRODUCTIVE EFFICIENCY (G/CM2 TRUNK CROSS SECTIONAL AREA AST) WITH DIFFERENT KINDS OF PRUNNING AND THINNING OUT TREES. INIFAP-LAGUNA. 1993-1995

Tratamiento	Nº árboles/ha	ATT/Ha[3] (m²)	Kg nuez/ha en cáscara			
			1993	1994	1995	x
Aclareo de árboles	25[1]	3.11	1.400,0	1.368,4	1.181,5	1.337,3
	50[2]	6.22	2.800,0	2.736,8	2.363,6	2.674,6
	75[2]	9.33	4.198,5	4.105,2	3.545,4	4.011,9
Aclareo de ramas	100	11.56	3.930,4	4.624,0	3.814,8	4.161,6
Poda lateral	100	12.62	3.786,0	2.650,2	1.640,6	2.776,0
Testigo	100	11.31	2.148,9	2.262,0	4.637,1	3.053,7

[1] Aclareo de árboles (real).
[2] Aclareo de árboles (calculado).
[3] Área transversal del tronco.

tipo de poda realizada; la poda lateral aparentemente no mejoró la captación de luz por el follaje de los árboles ya que su rendimiento fue estadísticamente similar al testigo (Cuadro 5).

Un posible efecto del exceso de follaje en los nogales podados lateralmente es el hecho de reportar una superficie de 12.62 m^2ATT/ha lo cual puede explicar el comportamiento similar al testigo sin podar, con un alto índice de alternancia en la producción. La producción comercial superior a 2 ton/ha de nuez en cáscara (para una región de riego y alta iluminación), es posible alcanzarla con el cubrimiento de una superficie superior a 6.5 m^2ATT/ha, hasta alcanzar 11 m^2ATT/ha, que es donde se reduce la producción de nuez para esta zona.

Conclusiones

1. La poda de aclareo selectivo de ramas del nogal adulto fue el mejor tratamiento para mantener una alta producción de 2 ton/ha de pepita con un índice de alternancia en la producción del 24.4%.

2. El aclareo de árboles promueve alta producción por árbol (47.5 kg/árbol de nuez en cáscara) y reduce el índice de alternancia en la producción (12.0%), sin embargo, para mantener un buen rendimiento por hectárea solo debe aclarearse un máximo de 25% de la población de árboles.

3. Arboles podados lateralmente y no podados tuvieron una producción total de pepita en 3 años de 4.792 y 5.351 kg/ha respectivamente y tuvieron los índices de alternancia mayores, de 60.4 y 86.4%, respectivamente.

4. Una producción alta de nuez en cáscara en la Comarca Lagunera (4 ton/ha) se logra con una densidad de árboles que tengan de 9 a 11 m^2/ha ATT y ésta se mantiene con poda de aclareo selectivo de ramas o aclareo de árboles.

Bibliografía

ANDERSEN P.C., BRODBECK B.V., 1994. Light preconditions and fluctuating irradiance levels influence gas exchange of pecan leaves. Sustaining Pecan Productivity into the 21st Century. Proc. 148-159.

ARREOLA A.J., LAGARDA M.A., 1988. Efecto de la poda mecánica y manual sobre el rendimiento y calidad de nuez en nogales con problema de sombreo. Informe de Investigación. CELALA-INIFAP.

HERRERA A.E., 1995. Economic comparison of removing pecan trees and transplanting established, mature trees. Hortechnology. 5(3), 212-214.

LAGARDA M.A., 1995. Podas de aclareo de ramas para la producción de nuez de calidad en el Norte de México. 3er Simposium Internacional Nogalero. NOGATEC. Torreón, Coah. 23-28.

MALSTROM H.L., 1981. Effect of hedge pruning on light penetration nut production, and nut quality of Western pecan trees. The Fifteenth Annual Western Pecan Conference. New Mexico State University. Coop. Ext. Serv. 4-25.

MALSTROM H.L., HORTS G., KILBY M., 1978. Necessarily of pruning crowded orchards. Texas Pecan Grow. Ass. Proc. Pp. 38-39.

MCEACHERN G.R., 1997. Pecan Orchard design and tree spacing. Texas Pecan Handbook. (IV), 1-4.

MEDINA M.M.D.C., 1980. Marco de referencia del cultivo del nogal en la Comarca Lagunera. Informe de Investigación Agrícola del Nogalero. CAELALA-CIAN-INIFAP. 207.

MIELKE E.A., 1981. Effect of stress on pecan photosynthesis. Fifteenth Annual Western. Pecan Conference. New Mexico State University. Coop. Ext. Serv. Pp. 47-65.

TARANGO R.S.H., OJEDA B.D.L., HERNÁNDEZ R. O.A., 1994. Poda de renovación en nogales de bajo vigor

y alternancia extrema. Informe de Investigación. Campo Experimental Delicias, Delicias, Chih.

WESTWOOD M.N., 1981. Fruticultura en zonas templadas. Edición en español. Córdoba, España. Pp. 249.

WOOD B.W., 1990. Alternate bearing of pecan. Pecan Husbandry: Challenges and opportunities first National Workshop Proceedings. 180-190.

WOOD B.W., 1992. Sunlight and nut production patterns of pecan. Western Conf. Proc. 26. 171-183.

WOOD B.W., JOYNER W., 1990. Is pecan production being limited by insufficient sunlight ? HortScience. 25(9). 1.069.

WORLEY R.E., 1985. Effects of hedging and selective limb pruning of Elliot, Desirable, and Farley pecan trees under three irrigation regimes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110(1), 12-16.

WORLEY R.E., 1990. Pecan tree spacing and tree size. Pecan Husbandry: Challenges and opportunities. Georgia. USDA Agricultural Research Service. 143-151.

WORLEY R.E., 1991. Selective limb pruning intensity influences mature pecan tree and nut characteristics. HortScience. 26(2). 126-129.

(Aceptado para publicación el 15 de mayo de 1998)

ITEA (1998). Vol. **94V N.° 3,** 158-164

ANÁLISIS FLORAL DE HIERRO PARA LA PREDICCIÓN DE CLOROSIS FÉRRICA EN MANZANO

M. Sanz*
J. Pascual
J. Machín

* Estación Experimental de Aula Dei
(CSIC) Apartado 202
50080 Zaragoza
España

RESUMEN

El análisis de las flores de manzano (*Malus pumila* Mill) permite, en plantaciones afectadas por clorosis férrica, relacionar la concentración de Fe en flor con el contenido de clorofila en hojas de 60 y 120 días después de la plena floración, encontrándose unas correlaciones de 0,603*** y 0,872*** respectivamente entre ambos parámetros. Esto posibilita una predicción de la aparición de la deficiencia de Fe y de su intensidad, como se expuso en trabajos anteriores para el melocotonero. Los primeros síntomas visuales de clorosis férrica, en nuestras condiciones de trabajo, aparecen en hojas de manzanos con concentraciones menores a 310 ppm de Fe sobre materia seca de flor.

Palabras clave: Prognosis clorosis, Clorosis manzano, Análisis floral, Hierro, SPAD.

SUMMARY
PROGNOSIS OF IRON CHLOROSIS IN APPLE TREES BY FLORAL ANALYSIS

In populations of apple trees (*Malus pumila* Mill) affected by iron chlorosis, the floral analyses permit to establish relationships between the iron concentration in flowers and the chlorophyll content in leaves at 60 and 120 days after full bloom. The relationships between both parameters were highly significant with correlation coefficients of 0.603*** and 0.872 *** respectively. As from previous research with peach trees, these high correlations allowed permitted us to predict at a very early stage, the appearance of the iron deficiency and its intensity. In our experimental conditions, the first visual symptoms of the iron chlorosis appear in apple leaves with floral iron concentrations below 310 ppm in dry matter.

Key words: Floral analysis, Prognosis chlorosis, Floral analyses, Iron, SPAD.

Introducción

El diagnóstico nutricional basado en el análisis de hojas de frutales, diagnóstico foliar, presenta lagunas importantes en su aplicación. En casos de clorosis férrica este diagnóstico químico foliar es impreciso en muchos de los casos, tanto el basado en hierro total (HERAS *et al.*, 1976) como en sus diversas fracciones (ABADÍA *et al.* 1985;

ABADÍA *et al.*, 1989); igualmente ocurre con Zn, Mn y otros nutrientes que en situaciones carenciales, perfectamente diagnosticadas por procedimientos biológicos (inyecciones peciolaros, intervenales, etc.), el diagnóstico químico foliar no ha permitido su evaluación. Además su aplicación práctica, aun en el caso del diagnóstico precoz (SANZ *et al.*, 1992a), resulta tardía.

El diagnóstico nutricional floral, interpretación del análisis químico de las flores, nos está permitiendo realizar evaluaciones muy tempranas y fiables del estado nutricional de los frutales (SANZ y MONTAÑÉS, 1995a; SANZ *et al.*, 1997a). Posiblemente la función fotosintética de las hojas y sus complejos mecanismos determinan que, en ciertas fases, los elementos que intervienen en estos procesos queden inactivos o bloqueados, enmascarando el diagnóstico. Las flores, órganos de muy corta duración y en los que no tienen lugar tan complejas transformaciones, presentan determinantes ventajas a la hora de establecer un diagnóstico nutricional.

En una publicación anterior (SANZ and MONTAÑÉS, 1995b) se estableció la posibilidad de realizar una prognosis de la clorosis férrica en melocotonero (*Prunus persica* L. Batsch) y peral (*Pyrus communis*. L.), en base a que los rangos de contenidos de Fe en las flores, de ambos frutales, son mucho más amplios que los encontrados en hojas. En estas son muy similares las concentraciones de Fe encontradas en las cloróticas, de cualquier grado, y las presentes en las hojas de plantas sanas (HERAS *et al.*, 1976; PROCOPIOU y WALLACE, 1982; MENGEL *et al.*, 1984a).

Posteriores trabajos realizados con melocotonero (SANZ *et al.*, 1997a; SANZ *et al.*, 1997b) han medido la estrecha relación existente, en casos de clorosis férrica, entre los contenidos de Fe en flor y los contenidos de clorofila en las hojas a lo largo del período vegetativo posterior a la floración; lo que nos permite realizar una prognosis muy fiable y temprana de la clorosis férrica mediante el análisis floral. Así mismo permite la adopción, en su caso, de medidas correctoras y su dosificación en épocas muy precoces, evitando los estrés de la carencia y el no menos importante de la corrección.

En nuestras condiciones de trabajo ocurre que cuando el melocotonero y el peral desarrollan clorosis férrica, hasta grados de hacer visible su carencia de Fe, lo harán el resto de su vida, siendo necesarias correcciones permanentes de la misma. El análisis floral en estos casos nos permite preveer el año de aparición y posteriormente su grado de incidencia, permitiéndonos ajustar las dosis de correcciones tempranas más eficaces (SANZ *et al.*, 1997a; SANZ *et al.*, 1997d).

El manzano, mucho más resistente a esta fisiopatía, puede presentarla intermitentemente a lo largo de su vida productiva. Su diagnóstico químico en hoja es poco fiable, resultando ser el diagnóstico visual el más operativo, siempre que se posea la suficiente experiencia, o el diagnóstico biológico mediante inyecciones (peciolaros o intervenales en hoja, sólidas en madera, etc.) (SANZ y MONTAÑÉS, 1997c), pero de cualquier manera resulta siempre tardío.

Según resultados de ensayos en curso con manzanos, para evaluar la posibilidad de realizar una prognosis del Bitter-pit mediante análisis floral, la clorosis férrica resulta ser una de las causas muy relacionadas con la aparición del mencionado Bitter-pit.

La posibilidad de pronosticar la aparición de la clorosis férrica en manzano y su

grado de incidencia tendrá una doble importancia y es el objetivo de este trabajo.

Material y métodos

Este estudio ha sido realizado, durante los años 1995 y 1996, en 60 manzanos individualizados de la variedad Golden Delicious en plena producción, seleccionados en diez plantaciones de la Cuenca del Ebro (NE de España), zona donde se concentra la mayor producción española de esta variedad (17.000 ha de cultivo de un total de 23.000). El portainjertos es el M 9 y están formados en palmetas de brazos oblicuos en un marco de plantación de 3 x 5 m, adquiriendo una altura aproximada a los 3 m (SANZ *et al.*, 1992b).

El trabajar sobre árboles individualizados lo consideramos indispensable en este tipo de trabajos, puesto que el resultado analítico de la muestra que representa un árbol se corresponde perfectamente con sus características (producción, calidad, desarrollo, etc.). El muestreo simultáneo de varios árboles, de una forma representativa, no permite relacionar exactamente los resultados analíticos con la media de la característica a estudiar.

Los elevados valores de pH y carbonatos de los suelos donde están establecidos los ensayos, Fluvisoles Calcáreos (MONTAÑÉS *et al.*, 1975), y el clima son los típicos del área Mediterránea

En la población estudiada no se discriminaron sistemas de riego ni manejo. Se eligieron árboles de la variedad Golden en plena producción, y que en el año precedente no se hubiesen tratado con correctores de la carencia de Fe.

Los métodos de muestreos de flores y su análisis fueron descritos en trabajos anteriores (SANZ y MONTAÑÉS, 1995a), con la diferencia respecto al melocotonero de que las flores de manzano están provistas de peciolo que fue incluido en el análisis.

La determinación de clorofila en hojas se realizó a los 60 y 120 días después de la plena floración (DAFB) usando un SPAD Minolta (PERYEA y KAMMERECK, 1997). Las mediciones fueron efectuadas en la cuarta hoja apical de los brotes del año. A este respecto hemos de constatar que con la apreciación visual del grado de incidencia de la clorosis férrica (SANZ y MONTAÑÉS, 1997c), por observadores con suficiente experiencia, se obtienen los mismos resultados, puesto que hemos medido índices de correlación de 0,972*** (n=60) entre la observación visual y la medición de clorofila con SPAD; las diferencias entre ambas mediciones son menores que los errores admisibles al SPAD.

Los estudios estadísticos están realizados con el programa Statview 512+™ para Macintosh, de la Universidad de Zaragoza.

Resultados y discusión

En el año 1995 los manzanos utilizados en el ensayo presentaron una clorosis férrica muy variable entre individuos, estando representados todos los grados de esta fisiopatía, desde individuos verdes sin síntomas carenciales a clorosis general, a excepción de clorosis graves que provocaran defoliaciones que por otra parte hubieran sido deseables. En 1996 se generalizó la clorosis férrica, presentando todos los árboles ensayados unas clorosis visuales de gra-

dos medios, no quedando árboles sin síntomas visuales. En 1997 remitió la afección.

Los resultados de los análisis de las flores se resumen en el cuadro 1. Las diferencias más significativas entre los realizados en las dos campañas de ensayo se presentan en el contenido de Fe, con una brusca caída de un año al siguiente no encontrada hasta la fecha en trabajos similares con peral y melocotonero. Esto podría estar relacionado con el distinto comportamiento de estas especies frente a la carencia de Fe que, como quedó dicho, mientras que peral y melocotonero una vez que llegan a estados carenciales los mantienen el resto de su vida, el manzano es capaz de presentar intermitentemente esta fisiopatía.

El resto de los elementos analizados no presentan grandes diferencias entre campañas, a excepción del cobre que en 1996 puede estar contaminando las flores de algunos árboles, por efecto de tratamientos fitosanitarios.

Es de destacar que la concentración de los elementos nutritivos analizados en la flor de manzano, es muy similar a la encontrada en la del melocotonero (SANZ y MONTAÑÉS, 1995a, SANZ y MONTAÑÉS, 1995b; SANZ *et al.*, 1997d) y a la del cerezo (comunicación personal del Dr. Montañés, L.) y naranjo (comunicación personal del Dr. Abadía, J.). Esto abre nuevas posibilidades de trabajo en el campo del diagnóstico nutricional, pues podría permitir encontrar un sistema de diagnóstico floral muy generalizado y precoz para frutales.

Las mediciones efectuadas con SPAD en hojas a los 60 y 120 DAFB están caracterizadas en el cuadro 1. La correlación entre estas medidas de clorofila y la concentra-

CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS DE LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS EFECTUADOS EN FLOR DE MANZANO Y DE LAS MEDICIONES CON SPAD DE CLOROFILA EN HOJA A 60Y120 DAFB

TABLE 1
RESULTS OF THE FLORAL ANALYSIS IN APPLE TREES AND CHLOROPHYLL MEASURES IN LEAVES USING SPAD AT 60 AND 120 DAFB

	1995			1996		
	Media	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo
N %	2.88±0,16	2,63	3,36	3,33±0,24	2,71	3,71
P %	0,38±0,02	0,29	0,43	0,41±0,04	0,28	0,49
K %	1,75±0,12	1,38	1,99	1,90±0,IS	1,34	2,16
Ca %	0,52±0,10	0,35	0,77	0,65±0,20	0,37	1,34
Mg %	0,25±0,04	0,19	0,35	0,25±0,03	0,16	0,31
Fe ppm	387,87±91,33	250,00	544,40	178,68±25,71	89,46	224,30
Mn ppm	39,12±8,80	22,72	56,28	34,49±0,86	18,99	53,12
Cu ppm	44,97±18,76	28,34	110,60	53,98±64,58	21,08	535,54
Zn ppm	44,47±3,99	37,14	53,99	40,17±0,30	30,50	68,20
SPAD 60	35±9	26	42	31±5	28	34
SPAD 120	31+9	11	47	25±7	19	28

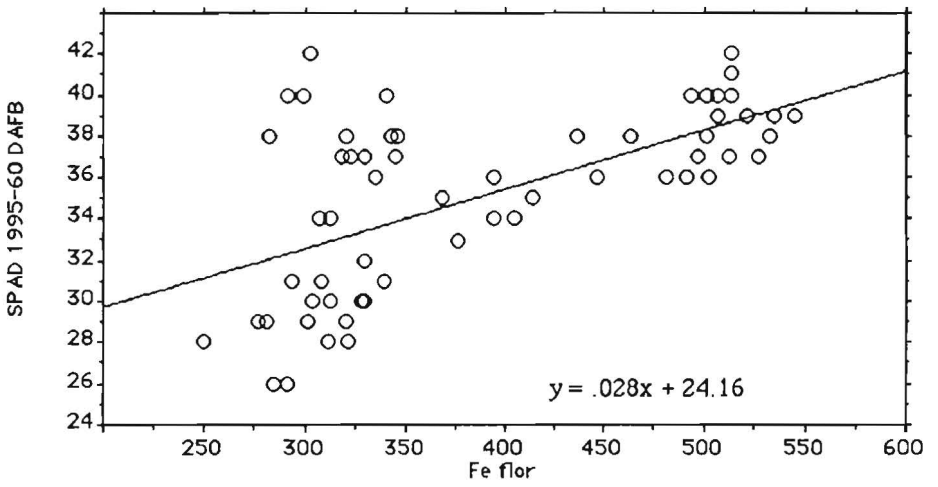


Figura 1. Regresión lineal entre concentración de Fe en flor de manzano (ppm sobre materia seca) y medidas de clorofila con SPAD a 60 DAFB en hojas (n= 60)

Figure 1. Linear regression between the floral iron concentration (ppm in dry matter) and SPAD chlorophyll measures at 60 DAFB in apple leaves (n= 60)

ción de Fe en flor en 1995, año en que la diversidad de la incidencia de la carencia de Fe fue la deseada para un ensayo de esta fisiopatía, fue de 0,603*** a los 60 DAFB y de 0,872*** a los 120 DAFB (figuras 1 y 2). En 1996, con todo el material clorótico en grados similares, las correlaciones entre los contenidos de Fe en flor y las mediciones de clorofila a los 60 y 120 DAFB fueron de 0,251* y 0,342**, de mucha menor significación dado que todos los manzanos ensayados presentaban grados de clorosis similares.

En la figura 1 se puede apreciar como a los 60 DAFB algunos de los árboles con bajo contenido en Fe en flor presentan contenidos en clorofila altos, por no haber desarrollado todavía síntomas de clorosis férrica. Estos árboles a los 120 DAFB ya los presentan y se mejora la correlación entre ambos parámetros. Deducimos que, en las condiciones de trabajo de estos ensayos, la clorosis férrica potencial no se desarrolla totalmente hasta mediado el verano. Lo dicho también diferencia el comportamiento del manzano con el melocotonero, pues éste mantiene de forma más constante la ordenación inicial de los grados de clorosis desde los 30 DAFB.

Igualmente existen correlaciones significativas entre otros elementos en flor y contenidos en clorofila de las hojas a los 60 DAFB (con Ca 0,553*** y con Mn 0,426**) y a los 120 DAFB (con Ca 0,720*** y con Mn 0,825***), que se corresponden con lo descrito para hojas por numerosos autores (HERAS *et al.*, 1976; MENGEL *et al.*, 1984b; JI *et al.*, 1985; ABADÍA, 1985; DONG, 1987). No obstante con aportaciones de Fe han desaparecido los síntomas de la carencia,

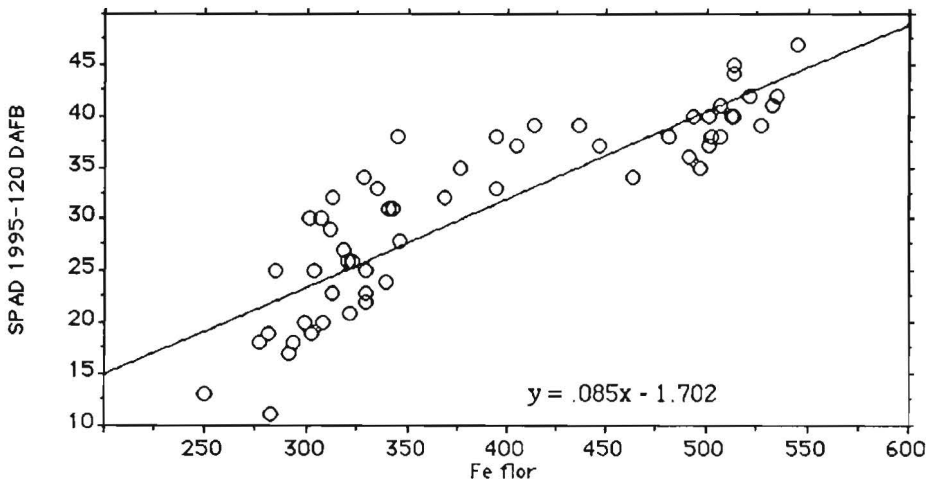


Figura 2. Regresión lineal entre concentración de Fe en flor de manzano (ppm sobre materia seca) y medidas de clorofila con SPAD a 120 DAFB en hojas (n= 60)
Figure 2. Linear regression between the floral iron concentration (ppm in dry matter) and SPAD chlorophyll measures at 120 DAFB in apple leaves (n= 60)

por lo que hemos diagnosticado que la fisiopatía estudiada era una clorosis férrica.

Las correlaciones encontradas en el año 1995 se corresponden con las encontradas en trabajos similares con melocotonero (SANZ *et al.*, 1997a; SANZ *et al.*, 1997b; SANZ *et al.*, 1997d) y nos indican la posibilidad de predecir la clorosis férrica en manzano mediante el análisis de Fe en flor.

Los primeros síntomas visuales de clorosis férrica aparecen con contenidos de Fe en flor menores de 310 ppm en materia seca. No obstante hemos constatado que en árboles de menor porte, y por consecuencia de mucho menor volumen foliar, con concentraciones menores que la citada de Fe en flor no han presentado síntomas de la carencia.

Conclusiones

1. Es posible predecir la aparición e intensidad de la clorosis férrica en manzano, mediante el análisis de Fe de sus flores, una vez conocidos sus valores de referencia.

2. En nuestras condiciones de trabajo la aparición de síntomas visuales de la clorosis férrica se produce con concentraciones de Fe en flor inferiores a 310 ppm sobre materia seca.

Bibliografía

ABADÍA A., SANZ M., DE LAS RIVAS J., ABADÍA J., 1989. Photosynthetic pigments and mineral composition of iron deficient peor leaves. J. Plant Nutr., 12(7), 827-838.

ABADÍA J., NISHIO J.N., MONGE E., MONTAÑÉS L., HERAS L., 1985. Mineral composition of peach leaves affected by iron chlorosis. J. Plant Nutr., 8(8): 697-707.

DONG M., 1987. The relasionship between HCl-extractable iron and chlorosis in leaves. Plant Physiology Communications 4:27-30

HERAS L., SANZ M., MONTAÑÉS L., 1976. Corrección de la clorosis férrica en melocotonero y su repercusión sobre el contenido mineral, relaciones nutritivas y rendimiento. An. Aula Dei. 13(3-4): 261-289.

JI Z.H., KORCAK R.F., FAUST M., 1985. Effect of Fe level and solution cultura pH on Severite of chlorosis and elemental content of apple seedlings. J. Plant Nutri. 8(4) :345-355.

MENGEL K., BUBL W., SHERER H.W., 1984a. Iron distribution in vine leaves with HCO3-induced chlorosis. J. Plant Nutr. 7(1-4): 715-724.

MENGEL K., BREININGER M.TH., BUBL W., 1984b. Bicarbonate, the most important actor inducing iron chlorosis in vine grapes on calcareous soil. Plant and Soil. 81: 333-334.

MONTAÑÉS L., SANZ M., HERAS L., 1975. Fertilidad actual de los suelos dedicados a frutales en regadíos de la cuenca del Ebro. An. Aula Dei. 13(1-2):167-178.

PERYEA, F.J., KAMMERECK R., 1997. Use of Minolta SPAD-502 chlorophyll meter to quantify the effectiveness of mid-summer trunk injection of iron on chlorotic pear trees. J. Plant Nutr. 20(11):1457-1463.

PROCOPIOU J., WALLACE A., 19982. Mineral composition of two populations of leaves (green and iron chlorotic) of the same age all from the same trae. J. Plant Nutr. 5(4-7): 811-820

SANZ M., HERAS L., MONTAÑÉS L., 1992a. Relationships between yield and leaf nutrient contents in peach trees: Early nutritional status diagnosis. J. Plant. Nutr. 15(9): 1457-1466.

SANZ M., CAVERO J., ABADÍA J., 1992b . Iron chloro-sis in the Ebro River Basin, Spain. J. Plant Nutr. 15:1971-1981.

SANZ M., MONTAÑÉS L., 1995a. Floral analysis: A novel approach for the prognosis of iron deficiency in pear (*Pyrus communis*, L.) and peach (*Prunus persica*, L. Batsch). J. Abadía (ed.). In Iron nutrition in soil and plants: 371-374. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.

SANZ M., MONTAÑÉS L., 1995b. Flower analysis as a new approach to the nutritional status of the peach tre. J. Plant. Nutr. 18: 1667-1675.

SANZ M., PASCUAL J., MACHIN J., 1997a. Prognosis and correction of iron chlorosis in peach trees. The influence on fruit quality. J. Plant Nutr. 20(11): 1567-1572.

SANZ M., BELKHODJA R., TOSELLI M., MONTAÑÉS L., ABADÍA A., TAGLIAVINI M., MARAGONI B., ABADÍA J., 1997b. Floral analysis as a possible tool for the prognosis of iron deficiecy in peach. Third International Symposium on Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Trees, 1996. Zaragoza (Spain). E. Monge (ed.). Acta Horticulture 448(241-245).

SANZ M., MONTAÑÉS L., 1997c. Diagnóstico visual de la clorosis férrica. ITEA 93(1):722.

SANZ M., PASCUAL J., MANCHÍN J., 1997d. Predicción mediante análisis floral de la clorosis férrica en melocotonero. Corrección e influencia en la calidad del fruto. ITEA 93(3):177-182.

(Aceptado para publicación el 10 de julio de 1998)

ITEA (1998). Vol. **94V N.º 3,** 165-176

CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO Y DE LA MEJORA DEL MELOCOTONERO EN ESTADOS UNIDOS

M.L. Badenes
J. Martínez-Calvo
M. Lorente*
G. Llácer

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias
Apartado Oficial, 46113, Moncada, Valencia
* Servicio de Desarrollo Tecnológico Agrario
Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación
Amadeo de Saboya 2, 46010 Valencia
España

RESUMEN

Estados Unidos ha sido pionero en el desarrollo de programas de mejora del melocotonero. Sus contribuciones a la lista de cultivares se remontan al siglo XVIII y XIX. La nueva era de mejora del melocotonero se inició en las primeras décadas del siglo XX. Desde entonces, más de 20 programas públicos y privados de mejora han producido cerca del 90 % de las variedades líderes cultivadas en el mundo. En este trabajo se exponen algunas características del cultivo del melocotonero, especialmente la producción por Estados y las variedades cultivadas más importantes, así como los principales programas de mejora públicos y privados existentes actualmente.

Palabras clave: Variedades de melocotonero, Programas de mejora.

SUMMARY
PEACH INDUSTRY AND BREEDING IN UNITED STATES

United States has been pioneer in developing peach breeding programs. Contributions in enlarging the list of cultivars are dated in eighteenth and nineteenth centuries. Modern peach breeding was initiated in the early decades of the twentieth century. Since then, more than 20 eminent public and private breeding programs have produced nearly 90% of the leader cultivars grown in the world. This paper includes some characteristics of the peach industry in USA, basically production by State and main varieties grown along with main public and private breeding programs.

Key words: Peach cultivars, Breeding programs.

Introducción

Entre todas las especies frutales, el melocotonero (*Prunus persica* L. Batsch) es una de las especies que más rápidamente se extendió desde su zona de origen, en China, al resto del mundo. Durante la colonización de nuevas áreas geográficas se produjo una extraordinaria adaptación a diferentes condiciones ecológicas, de manera que hoy en día sus zonas de cultivo óptimas

se extienden desde los 30° latitud norte hasta los 45° latitud Sur. Esta adaptación fue posible por medio de una gran diversificación varietal. Se pueden encontrar cultivares desde 100 horas de exigencia en frío invernal hasta más de 1.000. Es probablemente una de las especies frutales con un mayor número de variedades registradas y/o patentadas (BROOKS and OLMO, 1972; OKIE, 1997).

En Estados Unidos las condiciones adecuadas para el cultivo del melocotonero se dan en todo el país, con la excepción de la zona central de temperaturas más extremas. En el este, áreas desde New Jersey hasta Florida representan una amplia gama de condiciones climáticas en las cuales el cultivo del melocotonero puede darse. En la costa oeste, las áreas de cultivo abarcan desde el centro de California hasta la provincia canadiense de British Columbia.

En el cuadro 1 se indican los principales países productores de melocotones. Estados Unidos ocupa la 3.ª plaza, después de

CUADRO 1
PRODUCCIÓN DEL MELOCOTONERO POR PAÍSES (MILES DE TM)
TABLE 1
PEACH PRODUCTION BY COUNTRY (THOUSAND TONS)

País	1979-81	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Total	7.254	7.429	8.902	8.682	10.912	10.756	10.935	10.011	10.409
África	256	255	292	307	344	374	346	334	344
América N.									
USA	1.496	1.165	1.181	1.316	1.419	1.491	1.391	927	927
México	182	231	175	175	133	133	145	130	140
América S.									
Argentina	247	282	250	200	235	250	237	199	159
Brasil	108	120	100	105	110	117	117	135	135
Chile	104	143	212	215	223	237	258	270	270
Asia									
China	386	447	786	808	1.527	1.879	2.031	2.172	2.322
Japón	253	205	190	193	88	173	174	163	156
Turquía	242	200	350	360	370	370	370	375	375
Europa									
Grecia	381	532	756	824	1.097	1.123	1.127	900	1.040
Francia	459	488	492	450	530	411	531	540	464
Italia	1.419	1.425	1.720	1.384	1.892	1.640	1.679	1.689	1.689
España	414	548	629	691	1.024	857	865	469	584

MAPA (1994). Anuario de Estadística. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Producciones de 1995-96 según FAO (1996) Production Year Book.

China e Italia. Algunas razones del éxito de este cultivo en Estados Unidos se deben a la existencia de:

- Un mercado amplio debido al número de habitantes y potenciales consumidores del país.

- Disponibilidad de variedades mejoradas, fruto de una antigua y continua mejora varietal, tanto por parte de instituciones públicas como privadas.

- Técnicas de cultivo, innovación y tecnología post-cosecha adecuadas.

Producción total por Estados

En el cuadro 2 se indica la producción total de melocotones en los distintos Estados productores, así como el dinero recibido por los fruticultores. Se indica la producción total, sin distinguir tipos de melocotón (carne blanda, carne dura y nectarina), ya que, según el Departamento de

CUADRO 2
PRODUCCIÓN POR ESTADO (MILES DE TM) Y PRECIO MEDIO RECIBIDO POR EL AGRICULTOR (DÓLARES)
TABLE 2
TOTAL PRODUCTION BY STATE AND SEASON-AVERAGE PRICE RECEIVED BY GROWERS ($)

Estado	Producción				Precio medio por tm		
	1991	1992	1993	1994	1991	1992	1993
Alabama	8,0	6,5	7,5	8,5	426	626	658
Arkansas	6,0	6,0	12,0	5,0	500	442	280
California	828,5	912,5	851,0	860,0	482	464	516
Georgia	75,0	65,0	75,0	82,5	482	452	450
Illinois	9,8	9,0	9,0	9,5	760	666	622
Maryland	7,5	5,5	5,0	1,5	484	570	510
Michigan	20,0	25,0	24,0	5,0	348	338	376
N. Jersey	57,5	42,5	45,0	37,5	506	638	596
N. Carolina	17,5	6,0	17,5	16,0	352	394	402
Oklahoma	15,5	2,5	10,0	12,5	610	912	704
Oregón	6,5	7,5	7,0	7,5	712	644	482
Pensilvania	50,0	45,0	50,0	0	402	446	420
S. Carolina	155,0	85,0	110,0	125,0	354	416	334
Texas	16,0	13,5	12,5	12,0	680	740	720
Virginia	13,0	12,5	14,0	5,0	382	336	320
Washington	15,0	26,0	23,5	21,5	424	412	432
W. Virginia	9,0	10,0	9,0	1	286	310	294
USA	1.316	1.090	1.075	1.093	314	306	320

Agricultura de Estados Unidos (USDA, 1996), solamente en California la producción de melocotón de carne dura y nectarina es relevante. En el resto de Estados representa como mucho un 10 % de la producción total.

Origen de las variedades que se cultivan en Estados Unidos

Según SCORZA y SHERMAN (1996), las variedades norteamericanas actuales tienen 3 orígenes:

1. Introducción de semillas desde Inglaterra a las colonias de la Costa Este.

2. Introducción desde Méjico al sur y oeste del país.

3. Introducción desde China, vía Inglaterra, de una única variedad "Chinese Cling" en 1850, de la que derivan casi el 100% de las variedades actuales de carne blanda.

A diferencia de lo que ocurre en otras especies frutales, como el manzano, en el que la producción se concentra en unas pocas variedades que son mayoritariamente cultivadas, en melocotonero existen cientos de variedades en todo el mundo, cuyo cultivo tiene importancia económica. Sin embargo, en Estados Unidos, líder mundial en el desarrollo de nuevas variedades y en el número de programas de mejora, la base genética de la mayoría de las variedades existentes es muy estrecha. En gran parte de ellas el origen se remonta a la introducción china "Chinese Cling" o derivados de la misma como Elberta o J.H. Hale (SCORZA *et al.*, 1985). No se conoce la razón por la que las posibles introducciones desde Inglaterra no han sobrevivido en la actualidad. Por otra parte, las introducciones realizadas a través de Méjico de materiales llevados por los españoles, permanecen en menor medida, después de haber sido seleccionadas. Son en su mayoría melocotones de carne dura, cultivados solamente en California y usados exclusivamente para la industria. Parte de estas variedades se han utilizado en programas de mejora desarrollados en California (GRADZIEL y BERES, 1993; GRADZIEL y WANG, 1993). También el índice de consanguinidad de dichas variedades es muy alto (GRADZIEL *et al.*, 1993). En la década de los 80, se introdujeron en los programas de Florida, California y Texas variedades de bajas necesidades de frío invernal desde China (RAMMING, 1988; SHERMAN y RODRÍGUEZ-ALCÁZAR 1987; SHERMAN y ROSE, 1988; SHERMAN *et al.*, 1992). Esto ha contribuído a aumentar la variabilidad genética de los cultivares norteamericanos (WARBURTON y BLISS, 1996).

A pesar de la base genética tan estrecha de las variedades utilizadas en los programas de mejora, el número de variedades obtenidas es extraordinariamente elevado y gran parte de las variedades líderes en el mundo proceden de estos programas. Sin embargo, desde el punto de vista de la mejora varietal de la especie, el aumento de la variabilidad genética sería muy adecuado. No obstante, debido a que en muchos países se van sustituyendo progresivamente las variedades autóctonas por nuevas variedades mejoradas más productivas, generalmente procedentes de Estados Unidos, una importante erosión genética se está produciendo en esta especie (BADENES *et al.*, 1998).

Programas de mejora del melocotonero en Estados Unidos

El inicio de la actividad de mejora varietal en Estados Unidos se remonta en algu-

nos programas públicos al siglo pasado. Muchos de ellos se iniciaron en las primeras Estaciones de Experimentación de Agricultura que dependían de los Estados. Gran parte de dichas Estaciones fueron el antecedente del actual USDA ("United States Department of Agriculture") o el origen de las Escuelas de Agricultura de Universidades actuales. La actividad por parte de mejoradores privados constituidos en empresas se inició más tarde, a partir de la aprobación de la ley de protección de obtenciones vegetales del año 1930. A partir de esta fecha, algunas de las firmas actuales más importantes empezaron su labor de mejora. Como resultado de esta actividad, las variedades norteamericanas son las más cultivadas en los principales países productores de melocotonero del mundo. Por ello, la mejora del melocotonero en Estados Unidos es probablemente la más antigua del mundo occidental y la más productiva en cuanto a número de variedades obtenidas. Además, muchos programas han sido los primeros en realizar estudios de heredabilidad y control genético de importantes caracteres agronómicos (BAILEY y FRENCH, 1949; BLAKE, 1937; CHAPARRO *et al.*, 1994; CHAPARRO *et al.*, 1995a, 1995b; CONNORS, 1922; MEHLENBACHER y SCORZA, 1986; WEINBERGER *et al.*, 1947; OKIE, 1997).

Entre los objetivos de la mejora cabe destacar los factores de calidad del fruto como: firmeza de la carne, ausencia de punta, ausencia de huesos abiertos, color atractivo y buen sabor. También se han realizado notables esfuerzos en aumentar el calendario de recolección, ya que las variedades existentes actualmente, que maduran al principio o final de la temporada, son deficientes en calidad. Programas como el del USDA de Fresno (RAMMING, 1988) o el de la Universidad de Florida (SHERMAN y ROSE, 1988) y más recientemente un programa de cooperación entre las Universidades de Georgia, Florida y el USDA de Georgia (BECKMAN *et al.*, 1995) tienen como objetivo desarrollar variedades ultraprecoces, cuyas exigencias en horas frío van desde 400 hasta 650 horas y cuya época de maduración va desde finales de Abril hasta finales de Mayo. Estos programas ponen énfasis en aumentar la calidad organoléptica del fruto mediante la utilización de variedades de carne dura. Además de la calidad del fruto, otros programas de mejora incluyen objetivos como disminuir el vigor del árbol, adaptación a la mecanización de la poda, aclareo y recolección, resistencia al frío, a insectos y a enfermedades.

En muchos programas, también se ha recurrido a la incorporación de nuevas tecnologías con el fin de optimizar el proceso de selección. Entre ellas, cabe citar la selección y regeneración *in vitro* (HAMMERSCHLAG, 1988a, 1988b, HAMMERSCHLAG *et al.*, 1989; HAMMERSCHLAG *et al.*, 1985), el cultivo de embriones (RAMMING, 1990; EMERSHAD y RAMMING, 1994) y el mapeo del genoma (ABBOTT *et al.*, 1990; ABBOTT *et al.*, 1997; CHAPARRO *et al.*, 1994).

Según OKIE (1993), hay programas de mejora del melocotón, con dedicación completa de los directores del programa, en California, Florida, Georgia, Louisiana, New Jersey, North Carolina, Texas y West Virginia. Mientras que, con menor dedicación de los directores y menor asignación de recursos, hay también programas en Arkansas, Michigan, South Carolina, y Wisconsin. En los cuadros 3 y 4 se muestran los más importantes programas públicos de mejora en Estados Unidos y California, respectivamente. En el cuadro 5 se indican los principales programas privados en California. Desde 1990 más de 500 nuevos cultivares se han producido en el

CUADRO 3
PROGRAMAS PÚBLICOS DE MEJORA DEL MELOCOTONERO EN ESTADOS UNIDOS (SALVO CALIFORNIA)
TABLE 3
PUBLIC PEACH BREEDING PROGRAMS IN UNITED STATES (EXCEPT CALIFORNIA)

Director del programa	Lugar de desarrollo	Duración	Variedades Registradas
R.B. Sharpe	Univ. Florida	1948-1965	
W.B. Sherman	Univ. Florida	1966- 1998	Total 58
J.H. Weinberger	USDA, Byron,GA	1936-1954	
V.E. Prince	USDA, Byron,GA	1954-1980	
W.R. Okie	USDA, Byron,GA	1980- 1998	Total: 36
F.E. Correll	N. Carolina Univ.	1955-1974	
J.R. Ballington	N. Caroline Univ.	1975-1979	
D.J. Werner	N. Carolina Univ.	1979- 1998	Total: 22
C.H. Conners	Farm Cream Ridge	1914-1926	
M.A. Blake	Rutgers Univ. N.J.	1914-1947	
C. Bailey	Rutgers Univ. N.J.	1947-1977	
S.A. Melenbacher	Rutgers Univ. N.J.	1982-1986	
J.C. Goffreda	Rutgers Univ. N.J.	1989- 1998	Total: 95
S. Johnston	Michigan University	1924-1969	
R.L. Anderson	Michigan University	1970-1981	
A.F. Iezzoni	Michigan University	1982- 1998	Total :15
E.C. Auchter	Univ. of Maryland	1929-1932	
A. L. Schrader	Univ. of Maryland	1932-1951	
A.H. Thompson	Univ. of Maryland	1945- 1953	
A.L. Havis	USDA, Beltsville	1943-1962	
H.W. Fogle	USDA, Beltsville	1963-1980	Total: 18
W.S. Jordan	Clemson Univ.	1967-1979	
D.W. Cain	Clemson Univ	1981-1986	
W.C. Newall	Clemson Univ	1986- 1998	Total: 7

mundo, de ellos 2/3 se han producido en Estados Unidos y el 90% de los mismos proceden de los programas de California (SCORZA y SHERMAN, 1996).

La mejora varietal del melocotonero en Estados Unidos goza de tradición, se remonta a más de 50 años de antigüedad en muchos casos y es un claro ejemplo de cómo el productor en Estados Unidos ha valorado la calidad del material vegetal en el éxito del cultivo. Aunque muchos de estos programas fueron diseñados para obtener variedades que cubrieran las

CUADRO 4
PROGRAMAS PÚBLICOS DE MEJORA DEL MELOCOTONERO EN CALIFORNIA
TABLE 4
PUBLIC PEACH BREEDING PROGRAMS IN CALIFORNIA

Director del Programa	Lugar de Desarrollo	Duración	Variedades Registradas
G.P. Weldon	Chaffey Junior Col	1919-1947	13 variedades
Philps y Davis	Univ. CA, Davis	1925-1964	
Hanshe	Univ. CA, Davis	1963- 1998	
Gradziel	Univ. CA, Davis	1988- 1998	Total: 27
Babcock Smith	Univ. CA Riverside	1907-1927	
Frost y Lesly	Univ. CA Riverside	1927-1961	Total: 16
Wight y Thompson	USDA, Palo Alto	1920-1941	
Thompson	USDA, Fresno	1950-1962	
Weinberger	USDA, Fresno	1954-1973	
Ramming	USDA, Fresno	1973- 1998	Total: 21

CUADRO 5
PRINCIPALES PROGRAMAS PRIVADOS DE MEJORA DEL MELOCOTONERO EN CALIFORNIA
TABLE 5
MAIN PRIVATE PEACH BREEDING PROGRAMS IN CALIFORNIA

Director del programa	Lugar de desarrollo	Duración	Variedades Registradas
Anderson/Bradford	California	1930-1982	90
Bradford	California	1982-1998	26
Zaiger's Genetics	California	1957-1998	82
Merrill	California	1932-1973	84
Burchell	California	1973- 1998	No disponible

demandas de la agricultura local, han producido variedades que se cultivan en gran parte del mundo. Actualmente, algunos programas tienen sus objetivos adaptados a las necesidades de los países productores de Europa. Llama la atención el caso de Florida: a pesar de que no es un Estado productor (no figura entre los 17 primeros Estados productores del cuadro 2), mantiene uno de los programas más activos de

mejora del melocotonero (cuadro 3), aunque ninguna de las variedades más cultivadas en Estados Unidos procede de ese programa (cuadro 6). La explicación es que la Universidad de Florida produce variedades precoces y ultraprecoces destinadas casi en su totalidad a España, merced a los contratos de exclusivas que tiene suscritos con productores españoles. Igualmente, los programas privados californianos de mejora producen variedades orientadas preferentemente a los países productores europeos (Italia, España, Francia, Grecia), ya que, salvo en la misma California, apenas si se cultivan dichas variedades en Estados Unidos (cuadro 6).

CUADRO 6
VARIEDADES MAS CULTIVADAS EN CADA ESTADO (1996)
TABLE 6
MAIN CULTIVARS ACCORDING TO ACREAGE BY STATE (1996)

California

Variedad	Superficie (ha)	Procedencia
Andross*	4.470	Pública, UC Davis, 1964
Starn*	4.400	Privada, J.E. Starn , 1950
Loadel*	4.400	Privada, Yuba, 1950
Ross*	3.600	Pública, UC Davis, 1984
O'Henry	2.200	Privada, Merrill, CA,1970
Spring Crest	2.000	Pública, USDA Georgia, 1969
Elegant Lady	2.100	Privada, Merrill, CA,1979
May Crest	1.770	Privada, Minami, CA, 1977
Spring Lady	1.000	Privada, Merrill, CA, 1981
June Lady	1.200	Privada, Merrill, CA, 1968

*Variedades de carne dura

Carolina del Sur

Variedad	Superficie (ha)	Procedencia
Redglobe	1.853	Pública, Beltsville 1954
Harvester	998	Pública, Louisiana, 1973
Cresthaven	885	Pública, Michigan, 1963
O'Henry	841	Privada, Merrill, California,1970
Redhaven	827	Pública, Michigan, 1940
Juneprince	584	Pública, USDA, Georgia
Cary Mac	539	Privada, mutación de Loring
Parade	524	Privada, Merrill, California
Monroe	507	Pública, Virginia, 1966

CUADRO 6
VARIEDADES MAS CULTIVADAS EN CADA ESTADO (1996) (continuación)
TABLE 6
MAIN CULTIVARS ACCORDING TO ACREAGE BY STATE (1996) (continuation)

Carolina del Norte

Variedad	Superficie (ha)	Procedencia
Winblo	202	Pública, NCSU,
Redhaven	110	Pública, Michigan 1940
Georgia Belle	120	Pública, USDA, Georgia.
Harvester	105	Pública, Louisiana, 1973
Norman	100	Pública, NCSU, 1969
Loring	90	Pública, Missouri, 1946
Biscoe, Candor.		Pública, NCSU
Contender, Carolina	<50	Pública, NCSU
Belle		Pública, NCSU

Michigan

Variedad	Superficie (ha)	Procedencia
Redhaven	2.200	Pública, Michigan, 1940
Baby Gold	1.050	Pública, New Jersey, 1961
Can.Harmony	550	Pública, Ontario, 1944
Cresthaven	320	Pública, Michigan, 1963
Redskin	380	Pública, Maryland, 1944
Loring	280	Pública, Missouri, 1946

New Jersey

Variedad	Superficie (ha)	Procedencia
Jersey Queen	8.062	Pública, New Jersey, 1964
Redhaven	1.050	Pública, Michigan, 1940
Loring	1.128	Pública, Missouri, 1946
Rio Oso Gem	940	Privada, Yerkes, CA,1931
Cresthaven	619	Pública, Michigan, 1963
Autumglo	585	Pública, New Jersey, 1977

Pensylvania

Variedad	Superficie (ha)	Procedencia
Redhaven	952	Pública, Michigan, 1940
Loring	886	Pública, Missouri, 1946
Sunhigh	617	Pública, New Jersey, 1938

CUADRO 6
VARIEDADES MAS CULTIVADAS EN CADA ESTADO (1996) (continuación)
TABLE 6
MAIN CULTIVARS ACCORDING TO ACREAGE BY STATE (1996) (continuation)

Pensylvania

Variedad	Superficie (ha)	Procedencia
Redskin	593	Pública, Maryland, 1938
Autumglo	500	Pública, New Jersey, 1977
Jersey Queen	500	Pública, New Jersey, 1964

Washington

Variedad	Superficie (ha)	Procedencia
Elberta	745	
Flavorcrest	573	Pública, USDA Fresno, 1974
Hale	724	Pública, Michigan, 1932
Redhaven	794	Pública, Michigan, 1940
Regina	388	Pública, Beltsville, 1958
Redglobe	273	Pública, Beltsville, 1954

Distribución varietal por Estados

En casi todos los Estados productores, las variedades más importantes son de procedencia pública. Además, muchas veces proceden de los programas de mejora del mismo Estado, lo cual indica la buena transferencia que ha habido, ya incluso desde principios de siglo, desde los centros de investigación y experimentación agraria a los productores.

En cambio, en el Estado de California, este predominio de la procedencia pública de las variedades no se da tan claramente. Así, variedades de origen privado se hallan muy implantadas. Esto se explica por la existencia, en este Estado, de una actividad de mejora muy importante por parte de empresas privadas.

En el cuadro 6 se detallan el nombre, la superficie ocupada en 1996 y la procedencia de las variedades más cultivadas en cada Estado.

Conclusión

Estados Unidos es el país con mayor número y programas de mejora más antiguos del melocotonero. Muchos de los más importantes fueron iniciados por las Estaciones Experimentales de Agricultura y fueron continuados posteriormente por el

Departamento de Agricultura (USDA) y las Universidades. También se iniciaron importantes programas de mejora privados en California en la década de los años 30. En conjunto, los programas públicos y privados existentes demuestran el gran esfuerzo realizado en la mejora de esta especie. A pesar de que la base genética de la mayoría de variedades es muy estrecha, la mayor parte de las variedades líderes en el mundo proceden de estos programas.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), Servicio de Estadística, de los siguientes Estados: California, Georgia, North Carolina, South Carolina, Pennsylvania, Michigan, New Jersey, Texas y Washington, por facilitar los datos que aparecen en este artículo.

Bibliografía

ABBOTT A., ELDREDGE L., BALLARD R., BAIRD W.V., CALLAHAN A., MORGENS P., SCORZA R., 1990. Genetic mapping-implications for variety improvement and identification. 23-32 In: Proc. 1990 S.E. National Peach Convention. Georgia Peach Council. Athens. G.A.

ABBOOTT A., RAJAPAKSE S., SOSINSKI B., LU Z.X., SOSSEY-ALAQUI K., GANNAVARAPU M., SCORZA R., REIGHARD G., BALLARD R.E., CALLAHAN A., BARID W.V., 1998. Construction of satured linkage maps of paech crosses segregating for characters controlling fruit quality, tree architecture and pest resistance. The Fourth International Peach Symposium, Bordeaux, France. Acta Horticulturae 456, 41-49.

BADENES M.L., WERNER D.J., MARTÍNEZ-CALVO J., LLACER G., 1998. Description of peach native populations from Spain. Fruits Var. J. 52(2), 8086.

BAILEY J.S., FRENCH A.P., 1949. The inheritance of certain fruit and foliage characters in peach. Massachusetts Agric. Exp. Sta. Bull. 452.

BECKMAN T.G., KREWER G., SHERMAN W.B., OKIE W.R., 1995. Breeding moderate chill peaches for the lower coastal plain. Proc. Fla. State Hort. Soc. 108.: 345-348.

BLAKE M.A., 1937. Progress in peach breeding. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 35, 49-53

BROKKS R.M., OLMO H.P., 1972. Register of new fruit and new varieties. 2d. ed. Univ. of Carolina Press, Berkeley.

CHAPARRO J.X., WERNER D.J., WHETTEN R.W., O'MALLEY D.M., 1994. Targeted mapping and linkage analysis of morphological isozyme, and RAPD markers in peach. Theor. Appl. Genet. 87, 805-815.

CHAPARRO J.X., WERNER D.J., WHETTEN R.W., O'MALLEY D.M., 1995a. Inheritance, genetic interaction, and bioquemical characterization of anthocyanin phenotypes in peach. J. Heredity 87, 805-815.

CHAPARRO J.X., WERNER D.J., WHETTEN R.W., O'MALLEY D.M., 1995b. Characterization of an unstable anthocyanin phenotype and estimation of somatic rates in peach. J. Heredity 86, 186-193.

CONNORS C.H., 1922. Peach breeding: a summary of results. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 19, 108-115.

EMERSHAD R.L., RAMMING D.W., 1994. Effects of media on embryo enlargement, germination and plant development in early-ripening genotypes of prunus grown in vitro. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 37: 55-59.

FAO. 1996. Production Year Book 50, 159-160

GRADZIEL T.M., BERES W., 1993. Semidwarf growth habit in clingstone peach with desirable tree and fruit qualities. HortScience 28, 1045-1047.

GRADZIEL T.M., WNAG D., 1993. Evaluation of brown rot resistance and its relation to enzymatic browning in clingstone peach germplams. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118, 675-679.

GRADZIEL T.M., BERES W., PELLETRLAU K., 1993. Inbreeding in California canning clingstone peach cultivars. Fruit Var. J. 47, 160-168.

HAMMERSCHLAG F.A., 1988a. Screening peaches in vitro for resistance to Xanthomonas campestris pv pruni. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111, 164-166.

HAMMERSCHLAG F.A., 1988b. Selection of peach cells for insensitivity to culture filtrates of Xanthomonas campestris pv pruni and regeneration of resistant plants. Theor. Appl. Genet. 76, 865-869.

HAMMERSCHLAG F.A., BAUCHAN G., SCORZA R., 1985. Regeneration of peach plants from callus derived from inmature embryos. Theor. Appl. Genet. 70, 248-251.

HAMMERSCHLAG F.A., OWENS L.D., SMIGOCKI A.C., 1989. Agrobacterium- mediated transformation of peach cells derived from mature plants that were propagated in vitro. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114, 508-510.

MAPA. 1994. Anuario de Estadística. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

MEHLENBACHER S.A., SCORZA R., 1986. Inheritance of growth habit in progenies of 'Compact Redhaven' trees. HortScience 21, 124-126.

OKIE W.R., 1993. Peach and nectarine varieties - A hypertext index. Hortscience 28, 1188-1190.

OKIE W.R., 1997. Register of new fruits and nut varieties Brooks and Olmo. List 38. HortScience 32(5), 785-805.

OKIE W.R., 1998. Preliminary descriptions of five news genes in peach. The fourth International Peach Symposium. Bordeaux, France. Acta Horticulturae 465 (1), 107-110 .

RAMMING D.W., 1988. California peach and nectarine breeding objectives, cultivars, 89-96 In: Childers N.F. and W.B. Sherman (eds) The Peach. Horticultural Publ., Gainsville, FL.

RAMMING D.W. 1990. The use of embryo culture in fruit breeding. Hortscience 25,: 393-398.

SCORZA R., SHERMAN W.B., 1996. Peaches, 325-440. In: Janick J. and J.N. Moore (eds) Fruit Breeding, Volume I: Tree and Tropical Fruits. John Wiley & Sons, Inc.

SCORZA R., MEHLENBACHER S.A., LIGTNER G.W., 1985. Inbreeding and coancestry of freestone peach cultivars of the eastern United States and implications for peach germplasm improvement. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110, 547-552.

SHERMAN W.B., RODRÍGUEZ-ALCÁZAR R., 1987. Breeding of low chill peach and nectarines for mild winters. HortScience 22 (6), 1233-1236.

SHERMAN W.B., RODRÍGUEZ-ALCÁZAR R., TOPP B.L., 1992. Florida peaches and nectarines introduced non-traditionally. Fruit Var. J. 46 (2), 124-127.

SHERMAN W.B., ROSE R.E., 1998. Lowchill peaches and nectarines. 66-69 In: Childers N.F.and W.B. Sherman (eds) The Peach. Horticultural Publ., Gainsville, FL.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 1996. Agricultural statistics. U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C.

WARBURTON M.L., BLISS F.A., 1996. Genetic diversity in peach (Prunus persica L. Batch) revealed by randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers and compared to inbreeding coefficients. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121 (6), 1012-1019.

WEINBERGER J.H., MARTH P.C., SCOOT D.H., 1947. Inheritance study of root-knot nematode resistance in certain peach varieties. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 42, 321-325.

(Aceptado para publicación el 10 de julio de 1998)

ITEA (1998). Vol. 94V N.º 3, 177-184

AZOLLA FILICULOIDES LAM. Y *HETERANTHERA LIMOSA* (SW.) WILLD., DOS NUEVAS MALAS HIERBAS DE LOS ARROZALES ALTOARAGONESES

J.A. Conesa Mor
M. Sanz Elorza

Departament de Hortofructicultura,
Botànica i Jardineria. ETSE Agrària
Universitat de Lleida
Av. Rovira Roure, 177
25198 Lleida
España

RESUMEN

Se amplía el catálogo de malas hierbas de los arrozales altoaragoneses al haber sido hallados el pteridófito Azolla filiculoides Lam. y la monocotiledónea *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd. Se aportan datos para la identificación de estas especies, estado actual sobre las áreas de distribución y su comportamiento como especies nocivas. Finalmente se da a conocer una nueva localidad de *Heteranthera reniformis* Ruiz y Pavón.

Palabras clave: Azolla filiculoides, Heteranthera reniformis, H. limosa, Arrozales, Aragón.

SUMMARY

AZOLLA FILICULOIDES LAM. AND *HETERANTHERA LIMOSA* (SW.) WILLD., TWO NEW WEEDS OF THE RICEFIELDS IN ARAGÓN

The pteridophyte *Azolla filiculoides* Lam. and the monocotyledoneous *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd. have been found in the ricefields of Northern Aragón (Spain) widening the infesting weed catalogue. They are provided data for the identification of these kinds, current state on the distribution areas and their behavior. Finally a new locality of *Heteranthera reniformis* Ruiz y Pavón is presented.

Key words: Azolla filiculoides, Heteranthera reniformis, H. limosa, Ricefields, Aragón.

Introducción

Los arrozales contienen una vegetación arvense muy especial de carácter palustre, constituida por terófitos y hemicriptófitos higrófilos de origen tropical que se desarrollan en verano y otoño, antes y después de la recolección del arroz. Una decena de especies catalogadas como malas hierbas se dan cita en estos cultivos en la provincia de Huesca: *Ammannia coccinea* Rottb., *A. robusta* Heer y Regel, *Alisma plantago-aquatica* L., *Echinochloa oryzoides* (Ard.) Fritsch, *E. crus-galli* (L.) Beauv., *Lindernia dubia* (L.) Pennell, *Scirpus maritimus* L., *S. supinus* L., *S. mucronatus* L., *Cyperus dif-*

formis L. y *Heteranthera reniformis* Ruiz y Pavón. Sin embargo, esta lista es un poco más extensa en el Delta del Ebro y en la Albufera valenciana, donde el cultivo del arroz se inició mucho antes.

El catálogo de especies alóctonas no está cerrado, ni para el cultivo al que nos referimos ni para cualquier otro, puesto que a medida que transcurren los años se introducen nuevas malas hierbas, por ello se hace necesario difundir con la misma rapidez que se detectan por primera vez estas nuevas especies para que pueda realizarse un seguimiento que permita evaluar su posible competencia con los cultivos y conocer su biología para contener su posible expansión.

En este sentido, y como resultado de una serie de prospecciones destinadas al estudio de la flora y vegetación arvense de los arrozales de la provincia de Huesca, con indicación del sistema de coordenadas UTM de 10 x 10 km, se encontró en una parcela dedicada a este cultivo, próxima a la localidad de Santalecina (31TBG52), una población de *Azolla filiculoides* Lam. (fig. 1) integrada en una comunidad de malas hierbas perteneciente a la asociación *Cypero-Ammannietum coccineae* O. Bolòs y F. Masclans 1955. Dentro de la misma serie de trabajos, en otro campo dedicado al cultivo del arroz, esta vez en el término municipal de Fraga (31TBG80) hallamos la especie *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd. donde era abundante junto con otras malas hierbas típicas de la asociación y especies ya reseñadas anteriormente. Las observaciones llevadas a cabo también nos han permitido ampliar el área de distribución en la provincia de Huesca de *Heteranthera reniformis* Ruiz y Pavón, al haber sido hallada, en esta ocasión, en Callén (30TY M14).

Los pliegos testigo que avalan las citas mencionadas se encuentran depositados en el herbario *HBIL* (Herbarium ilerdense del Institut d'Estudis Ilerdencs de Lleida).

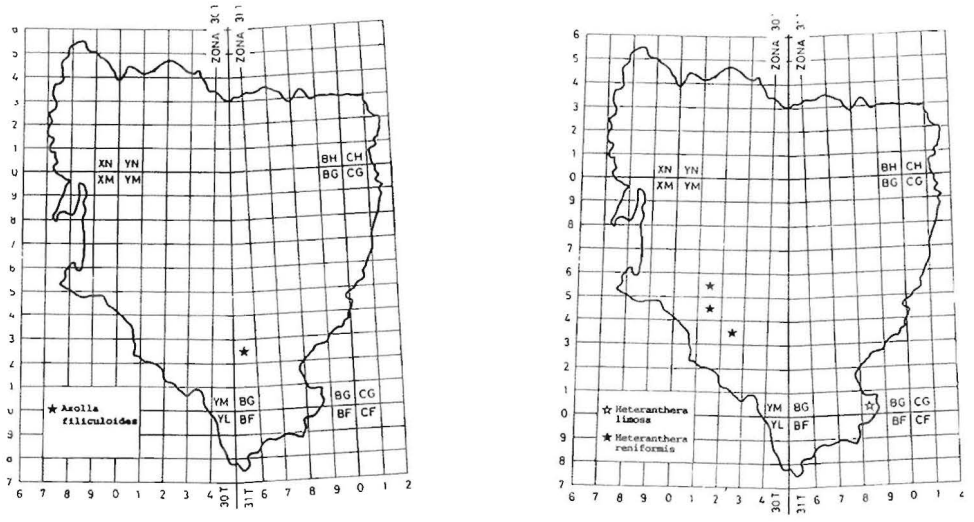


Figura 1. Izda. localización de *Azolla filiculoides* Lam. en la provincia de Huesca. Dcha. idem de las especies del género *Heteranthera* Ruiz & Pavón

Azolla filiculoides

El género *Azolla* está formado por 6 ó 7 especies de pequeños pteridófitos acuáticos flotantes, heterospóreos, herbáceos, con el sistema radicular muy desarrollado y la zona caulinar profusamente ramificada. Las hojas se disponen dísticas, imbricadas, carentes de nerviaciones y bilobadas. Las megásporas están recubiertas de tubérculos irregulares y disponen de flotadores; las micrósporas aparecen en número mucho más elevado. Ambos tipos de esporas a menudo se agrupan en masas mucilaginosas o másulas a veces erizadas de gloquidios. Estas esporas flotantes dan lugar a los protalos o gametófitos. *A. filiculoides* (fig. 2) posee raíces de hasta 6 cm. de longitud, simples. Los tallos miden 7-20 cm y presentan las ramificaciones distanciadas. Las



Figura 2. *Azolla filiculoides* Lam.

hojas miden 1-2,5 mm con el margen del lóbulo superior hialino y ancho, moderadamente imbricadas. Gloquidios poco o nada tabicados.

Todas las especies del género son originarias de América subtropical, Australia y Nueva Zelanda, y de distribución subcosmopolita. Albergan en el lóbulo superior de las hojas la cianofícea *Anabaena azollae*, con la que se asocian simbióticamente. Este alga es capaz de fijar el nitrógeno atmosférico, razón por la que en Asia es deseable, e incluso fomentada, la presencia de la planta en los arrozales, simulándose con ella un abonado nitrogenado. *A. filiculoides* no sólo habita en arrozales, sino también en toda suerte de cursos de agua lenta (charcas, riachuelos, remansos, estanques, balsas, acequias, etc.) con tal de que la estación no esté sometida a inviernos rigurosos. En nuestras latitudes la reproducción es primordialmente vegetativa, no mostrando esporocarpos más que en contadas ocasiones.

La presencia en España de *A. filiculoides* se reduce a unas pocas localidades, bastante dispersas y poco relacionadas entre sí, lo que induce a pensar que cada caso de aparición se corresponde con una introducción, casi con certeza de origen antrópico. La cita oscense, única hasta la fecha como adventicia en arrozal, debe añadirse a las de Córdoba (CASASAYAS, 1989), Cáceres (RICO y GIRALDEZ, 1990), Salamanca (RICO y GIRALDEZ, 1990) y ambas provincias extremeñas sin precisar (DEVESA, 1995).

A menudo se confunden sus encuentros con los de *Azolla caroliniana* Willd. único congénere de presencia también constatada en la Península Ibérica, aunque distinguible por sus tallos corta y densamente ramificados, sus hojas con el margen hialino del lóbulo superior estrecho y con el resto de su superficie rojiza y los gloquidios claramente más tabicados. Sus localidades españolas se reducen a Barcelona (BOLÒS y MASCLANS, 1955; VELAYOS *et al.*, 1988), Badajoz (VELAYOS *et al.* 1988; PÉREZ CHISCANO, 1982), Cáceres (RICO, 1981; VELAYOS *et al.* 1988; RICO y GIRALDEZ, 1990; CIRUJANO, VELAYOS y CARRASCO, 1990), Salamanca (VELAYOS *et al.* 1988; RICO y GIRALDEZ, 1990), Zamora (VELAYOS *et al.* 1988) y Madrid (VELAYOS *et al.* 1988). Las citas de *A. filiculoides* en la provincia de Barcelona (ALMEIDA en CASTROVIEJO *et al.* [eds.], 1986) se deben a confusión con *A. caroliniana*, si bien aquélla sí se ha encontrado en el Rosellón, al otro lado de la frontera francesa (CASASAYAS, 1989).

Heteranthera limosa

Heteranthera es un género de plantas monocotiledóneas acuáticas integrante de la familia tropical de las Pontederiáceas, representado por diez especies. *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd. (fig. 3) es una de esas especies, de consistencia herbácea, anual y rizomatosa, aunque en los países de origen se comporta también como perenne. El tallo es de 10-15 cm, erecto o postrado, ramificado. Las hojas disponen de un pecíolo largo de 5-10 cm con dos estípulas hialinas y un limbo oval-lanceolado, ligeramente cordado en la base. Las flores son de color azul pálido, casi blancas, actinomorfas y hermafroditas, con perigonio corolino formado por 6 piezas unidas en la base por un tubo de unos 2 cm. de largo. Androceo con 3 estambres y ovario súpero. El fruto es una cápsula cilíndrica de 14-18 mm. dehiscente, con numerosas semillas negras ornamentadas de costillas longitudinales.

La única referencia que conocemos de esta especie en la Península Ibérica es reciente y procede de la provincia de Badajoz (RODRÍGUEZ BERNABÉ *et al.*, 1995). Sin embargo, ya se tenía constancia de ella



Figura 3. *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd

en Italia, desde el año 1968, donde actualmente esta considerada como una mala hierba tenaz, infestante de arrozales y muy resistente a los herbicidas. De este país pasó a Francia en 1987 (MAILLET, 1992), traídas sus diásporas por las semillas de arroz procedentes de Italia. También recientemente (ZARAGOZA *et al.*, 1993) se ha hallado otra especie del mismo género y de ecología muy similar, *Heteranthera reniformis* Ruiz y Pavón, en las localidades oscenses de Poleñino (30TYM23) y Montesusín (30TYM14), igualmente en campos de arroz, hasta entonces desconocida en la Península Ibérica. Se ha hallado además en Callén (30TYM14), en el año 1995, lo que evidencia su rápida expansión. En la provincia de Huesca es común el empleo por parte de los agricultores de semilla de arroz procedente de Italia, lo que apunta como

muy probable que haya sido ésta la vía de penetración de ambas especies.

Potencial malherbológico

Por lo que respecta al comportamiento como malas hierbas de *Azolla filiculoides* y de *Heteranthera limosa* y *Heteranthera reniformis*, las posibilidades de persistencia y la capacidad de causar daños económicos son muy desiguales. En lo referente a *A. filiculoides* ya se ha comentado la escasa formación de esporocarpos en climas tan alejados de su óptimo como el que existe en las zonas arroceras altoaragonesas. Ello limita su reproducción efectiva prácticamente a la vía vegetativa. Su temperatura óptima de crecimiento es de 20-22°C, pereciendo con temperaturas inferiores a 7°C y superiores a 42°C (LÓPEZ BELLIDO, 1991). Por este motivo resulta muy poco viable el establecimiento de la especie en nuestros arrozales, siendo el principal factor limitante los acusados fríos invernales de la zona. Por añadidura, las parcelas dedicadas al cultivo del arroz en Huesca reciben sus aportes hídricos por irrigación artificial, permaneciendo el suelo seco desde antes de la recolección hasta justo antes de la siembra, que suele hacerse con el terreno inundado, a partir de los meses de abril o mayo. Es decir, durante prácticamente medio año el suelo permanece seco. En estas condiciones, si no se producen esporas, que además son muy dependientes del agua, la planta carece de mecanismos para conseguir su persistencia en el tiempo dentro de los campos de cultivo. Acaso podría refugiarse en enclaves permanentemente húmedos como acequias, balsas, etc. desde los que podría volver a penetrar en los campos de arroz, aunque sin olvidar la limitación climática aludida. Por todo ello su relevancia como mala hierba será anecdótica, pese a que, tal vez, hayamos de calificarla más propiamente como "buena hierba", habida cuenta de la fijación biológica de nitrógeno atmosférico llevada a cabo por el alga *Anabaena azollae* con la que se asocia simbióticamente. Los cultivadores de muchas regiones tropicales, conocedores del fenómeno, utilizan diferentes especies de *Azolla* para suministrar nitrógeno al arroz. Se estima que pueden incorporarse al suelo hasta 100 kg/ha de este elemento en cada año de cultivo (LÓPEZ BELLIDO, 1991). Desgraciadamente, en nuestras latitudes no podremos beneficiarnos de tan limpia y económica fuente de fertilización.

En cuanto a las especies del género *Heteranthera* la situación es bien distinta. El hallazgo en lugares nuevos en corto período de tiempo da idea de su elevado poder expansivo. El nivel de infestación de *Heteranthera reniformis* en algunas parcelas estudiadas en Montesusín y Callén, y su insensibilidad a los herbicidas comúnmente usados contra malas hierbas no gramíneas (bensulfuron, bentazona, sola e incluso mezclada con MCPA, cinosulfuron, etc.) es tal que un agricultor nos comunicó su intención de abandonar el cultivo del arroz temporalmente en las parcelas más afectadas. Su eficacia expansiva se basa en la capacidad para explotar diversas estrategias reproductivas. Por un lado la producción de abundantes semillas y por otro la reproducción vegetativa a partir de rizomas.

En el cultivo del arroz en la provincia de Huesca, como ya hemos dicho, el terreno permanece seco durante el invierno, iniciándose las labores preparatorias del suelo con la llegada de la primavera. Suelen consistir en un refinado de la nivelación para llevar a cabo a continuación la labor de alzada con vertedera seguida de uno o dos pases cruzados de grada o cultivador. Luego se inunda y se procede a la siembra, sin llevar a cabo una labor previa de fan-

gueo a la usanza del cultivo de este cereal en Levante. Pese a que con esta labor se eliminan malas hierbas, no se hace con el objeto de no retrasar la siembra y de este modo asegurar la consecución del ciclo del cultivo. Antes de la inundación del terreno, o bien después de ésta, se realiza un tratamiento herbicida en pre o postemergencia temprana con molinato o tiobencarb contra *Echinochloa* sp. La siembra se efectúa a voleo con sembradora centrífuga a la vez que se realiza el primer aporte de nitrógeno. Entre el encañado y el ahijado del arroz se deseca el suelo con el fin de llevar a cabo nuevos aportes de nitrógeno y aplicar tratamientos herbicidas contra dicotiledóneas y monocotiledóneas no gramíneas. En este sistema de cultivo, la lucha contra las especies del género *Heteranthera* pasa por realizar una labor de alzada profunda destinada a enterrar las semillas lo más posible impidiendo su germinación, que es bastante tardía. Esto último podría justificar el intento de llevar a cabo una labor de fangueo con el objeto de eliminar las jóvenes plántulas antes de que lleguen a formar rizomas y en consecuencia lleguen a invadir superficies de terreno considerables. No obstante, la necesidad de completar el ciclo del cultivo apremia, por lo que posiblemente las variedades de arroz de maduración temprana, que permitan siembras más tardías, puedan defenderse mejor de estas malas hierbas.

Aunque la mejor medida para evitar la llegada de nuevas malas hierbas en los cultivos, como ha ocurrido con *Heteranthera*, pasa por la necesidad de emplear semilla certificada, una vez su presencia ha sido detectada en los arrozales se puede recurrir a dejar que aquélla germine en otoños suaves una vez realizada la siega del arroz y eliminarla con herbicidas totales de contacto como el glifosato. Sin embargo, también puede utilizarse oxadiazon. En este caso deberemos esperar a la inundación de los campos y aplicarlo antes de la siembra del arroz.

Hasta el momento, las infestaciones más preocupantes se han constatado sólo en el caso de *Heteranthera reniformis*, aunque dada la similitud existente tanto en lo fisiológico como en lo ecológico entre ambas especies, es necesario dar la voz de alarma ante la detección de la presencia de *Heteranthera limosa* en el término municipal de Fraga.

Bibliografía

ALMEIDA M.T., 1986. *Azolla* Lam. En Castroviejo *et al.* (Eds.), Flora Iberica Vol. I, 575, CSIC, Madrid.

BOLÒS O. y MASCLANS F., 1955. La vegetación de los arrozales de la región mediterránea. *Collect. Bot.*, 4, 253-286.

CASASAYAS T., 1989. La Flora al.lòctona de Catalunya. Tesis doctoral, Facultad de Biología. Universitat de Barcelona, 880 pp.

CIRUJANO S., VELAYOS M. y CARRASCO M.A., 1990. Notas sobre higrófitos peninsulares III. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 47 (2), 519-520.

DEVESA ALCARAZ J.A., 1995. Vegetación y Flora de Extremadura. Universitas, 773, Badajoz.

LÓPEZ BELLIDO L., 1991. Cultivos herbáceos Vol I. Cereales, 539, Madrid.

MAILLET J., 1992. Constitution et dinamique des communautes de mauvaises herbes des vignes de France et des rizieres de Camargue. These d'Etat. Université de Montpellier, 179.

PÉREZ CHISCANO J.L., 1982. Aportaciones al conocimiento de los helechos de la cuenca extremeña del Guadiana. *Acta Bot. Malacitana*, 7, 193-198.

RICO E., 1981. Algunas plantas del nordeste cacereño. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 38 (1), 181-186.

RICO E. y GIRALDEZ X., 1990. Aportaciones al conocimiento de los pteridófitos del occidente hispano. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 46 (2), 583-591.

RODRÍGUEZ BERNABÉ J.A., MONTEIRO, I., TORMO R., 1995. *Heteranthera limosa* (Sw.) Willd. (*Ponte-*

deriaceae), alóctona infestante de los arrozales pacenses, nueva para España. *Anales Jard. Bot. Madrid*. 53 (1). 138.

VELAYOS M., CIRUJANO S., CARRASCO M.A. y CASADO C., 1988. Notas sobre higrófitos peninsulares II. *Anales Jard. Bot. Madrid*. 45 (1). 349-351.

ZARAGOZA C., GARCIA y AIBAR J., 1993. Presencia de *Heteranthera reniformis* Ruiz y Pavón en el cultivo de arroz en Huesca. *Actas congreso 1993 de la Sociedad Española de Malherbología*. 37-40.

(Aceptado para publicación el 27 de agosto de 1998)

PREMIOS DE PRENSA AGRARIA 1998 DE LA ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO

La Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) acordó en Asamblea General celebrada en mayo de 1983, instaurar un premio anual de Prensa Agraria, con el objetivo de hacer destacar aquel artículo de los publicados en ITEA que reúna las mejores características técnicas, científicas y de valor divulgativo, y que refleje a juicio del jurado, el espíritu fundacional de AIDA de hacer de transmisor de conocimientos hacia el profesional, técnico o empresario agrario.

El día 9 de abril de 1987, la Junta Directiva de AIDA aceptando la propuesta del Jurado del Premio ITEA 1986 instituyó dos premios; uno para los artículos publicados en la sección de Producción Animal y otro para aquellos que aparezcan en la sección de Producción Vegetal.

Los premios se regirán de acuerdo a las siguientes

BASES

1. Podran concursar todos los artículos que versen sobre cualquier tema técnico-económico-agrario.
2. Los artículos que podrán acceder a los premios serán todos aquellos que se publiquen en ITEA en el año 1998. Consecuentemente, los originales deberán ser enviados de acuerdo con las normas de ITEA y aprobados por su Comité de Redacción.
3. El jurado estará constituido por las siguientes personas:
   a) Presidente de AIDA, que presidirá el jurado.
   b) Director de la revista ITEA, que actuará de Secretario.
   c) Jefe del Servicio de Investigación Agroalimentaria de Zaragoza (Diputación General de Aragón).
   d) Director del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
   e) Jefe del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
   f) Director de la Estación Experimental de Aula Dei.
4. Los premios serán anuales y con una dotación de 50.000 ptas. cada uno.
5. Las deliberaciones del jurado serán secretas, y su fallo inapelable.
6. El fallo del jurado se dará a conocer en la revista ITEA, y la entrega del premio se realizarán con motivo de la celebración de las Jornadas de Estudio de AIDA.



CIHEAM

CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS MEDITERRÁNEOS
INSTITUTO AGRONÓMICO MEDITERRÁNEO DE ZARAGOZA

CIHEAM/IAMZ - Cursos 1997-98-99

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	TÉCNICAS DE MARCADORES MOLECULARES PARA LA EVALUACIÓN DE GERMOPLASMA Y LA MEJORA DE CULTIVOS	14-25 Sep. 97	Aleppo	ICARDA/IAMZ
	BIOLOGÍA Y CONTROL DE MALAS HIERBAS EN CONDICIONES MEDITERRÁNEAS	15-26 Sep. 97	Zaragoza	IAMZ/EWRS
	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	1 Oct. 97/Mayo 98	Córdoba	UCO/CA-JA/CSIC/ INIA/COI/IAMZ
	MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA LA EVALUACIÓN DE CULTIVARES	3-14 Nov. 97	Zaragoza	IAMZ/CIMMYT/ ICARDA
	AGRICULTURA SOSTENIBLE: GESTIÓN DEL AGUA EN LA AGRICULTURA DE ZONAS SEMIÁRIDAS	9-20 Mar. 98	Zaragoza	IAMZ/ICARDA
	DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE ENFERMEDADES DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS Y DE GRANO ADAPTADAS A CONDICIONES MEDITERRÁNEAS	20-30 Abr. 98	Córdoba	IAMZ/CSIC-IAS/ CLIMA/ICARDA
	PRODUCCIÓN Y ECONOMÍA DE FRUTOS SECOS	18-29 Mayo 98	Adana	IAMZ/Univ. Çukurova/FAO
	*CURSO SUPERIOR DE MEJORA GENÉTICA VEGETAL	5 Oct. 98/11 Jun. 99	Zaragoza	IAMZ
PRODUCCIÓN ANIMAL	*CURSO SUPERIOR DE PRODUCCIÓN ANIMAL	29 Sep. 97/12 Jun. 98	Zaragoza	IAMZ
	*ACUICULTURA	6 Oct. 97/27 Mar. 98	Las Palmas de Gran Canaria	ULPGC/ICCM/ IAMZ
	ACUICULTURA MEDITERRÁNEA: CULTIVO EN MAR ABIERTO	20-24 Oct. 97	Zaragoza	IAMZ
	PRODUCCION CAPRINA	2-13 Feb. 98	Murcia	IAMZ/CMAAA-RM
	ACUICULTURA MEDITERRÁNEA: NUEVAS TÉCNICAS PARA CRIADEROS MARINOS	23 Feb./6 Mar. 98	Mazarrón	IAMZ/IEO/FAO
	PRINCIPIOS ESTADÍSTICOS EN EXPERIMENTOS DE PRODUCCIÓN ANIMAL: HACIA UNA MEJOR COMPRENSIÓN Y APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS MODERNOS	25-29 Mayo 98	Zaragoza	IAMZ/ICARDA
	CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE EN RUMIANTES	19-30 Oct. 98	Zaragoza	IAMZ
	PASTORALISMO Y DESARROLLO	2-13 Nov. 98	Rabat	IAMM/IAMZ/IAV/ ENA
	PLANIFICATION Y DESARROLLO DE CAMPAÑAS DE SANEAMIENTO GANADERO	8-12 Feb. 99	Zaragoza	IAMZ
	UTILIZACIÓN DE TÉCNICAS MOLECULARES EN MEJORA GENÉTICA ANIMAL	15-26 Mar. 99	León	IAMZ/Univ. León
	APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA NIRS EN LA EVALUACIÓN DE PRODUCTOS AGRARIOS	12-16 Abr. 99	Zaragoza	IAMZ
	NUEVAS ESPECIES PARA LA ACUICULTURA MEDITERRÁNEA	24-28 Mayo 99	Zaragoza	IAMZ/FAO

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	GESTIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	24 Nov./5 Dic. 97	Zaragoza	IAMZ
	ASIGNACIÓN DE USOS Y PRECIOS DEL AGUA. CRITERIOS DE DECISIÓN	12-23 Ene. 98	Zaragoza	IAMZ
	NUEVOS ENFOQUES EN EL ANÁLISIS DE SISTEMAS PARA EL DESARROLLO DE POLÍTICAS REGIONALES DE USOS DEL SUELO	16-27 Feb. 98	Zaragoza	IAMZ/WAU
	DEFENSA CONTRA INCENDIOS FORESTALES	4-15 Mayo 98	Zaragoza	IAMZ/MIMAM/FAO
	RÍOS Y RIBERAS DE RÉGIMEN MEDITERRÁNEO Y SU GESTIÓN	21 Sep./2 Oct. 98	Zaragoza	IAMZ
	*CURSO SUPERIOR DE ORDENACIÓN RURAL EN FUNCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	5 Oct. 98/11 Jun. 99	Zaragoza	IAMZ
	ARBUSTOS FORRAJEROS IMPLANTACIÓN Y MANEJO PARA CONSERVACIÓN DE SUELOS Y USO FORRAJERO	28 Sep./9 Oct. 98	Rabat	IAMZ/IAV/INRAM/ ICARDA
	ECONOMÍA DE LOS RECURSOS NATURALES	15-26 Mar. 99	Zaragoza	IAMZ
COMERCIALIZACIÓN	*CURSO SUPERIOR DE COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS AGRARIOS Y ALIMENTARIOS	29 Sep. 97/12 Jun. 98	Zaragoza	IAMZ
	GESTIÓN DE LA CALIDAD. NUEVOS CONCEPTOS Y SU APLICACIÓN EN EL MARKETING AGROALIMENTARIO	9-20 Nov. 98	Zaragoza	IAMZ
	COMERCIALIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LA PESCA	14-18 Dic. 98	Zaragoza	IAMZ
	EL NUEVO MARCO DE LA DISTRIBUCIÓN COMERCIAL. MECANISMOS DE ADAPTACIÓN DEL SECTOR AGROALIMENTARIO	11-22 Ene. 99	Zaragoza	IAMZ
	LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL COMERCIO Y SU IMPACTO EN EL MARKETING INTERNACIONAL AGROALIMENTARIO	22-26 Feb. 99	Zaragoza	IAMZ/OMC
	DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO	26 Abr./7 Mayo 99	Zaragoza	IAMZ

(*) Los cursos de larga duración se desarrollan cada dos años en las áreas de:

- MEDIO AMBIENTE: 98-99/00-01
- PRODUCCIÓN VEGETAL
  - MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 98-99/00-01
  - OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 97-98/99-00
- PRODUCCIÓN ANIMAL
  - PRODUCCIÓN ANIMAL: 97-98/99-00
  - ACUICULTURA: 97-98/99-00
- COMERCIALIZACIÓN: 97-98/99-00

Los cursos de larga duración se destinan primordialmente a titulados superiores en vías de especialización postuniversitaria. No obstante, se estructuran en ciclos independientes para facilitar la asistencia de profesionales interesados en aspectos parciales del programa. El plazo de inscripción para los cursos de larga duración de Ordenación Rural en Función del Medio Ambiente y Mejora Genética Vegetal finalizara el 15 de Mayo de 1998. El plazo de inscripción para los cursos de larga duración de Olivicultura y Elaiotecnia y Acuicultura finaliza el 1 de Mayo de 1999. El plazo de inscripción para los cursos de larga duración de Producción Animal y Comercialización de Productos Agrarios y Alimentarios finaliza el 15 de mayo de 1999.

Los cursos de corta duración están orientados preferentemente a investigadores y profesionales relacionados en el desarrollo de sus funciones con la temática de los distintos cursos. El plazo de inscripción para los cursos de corta duración finaliza 90 días antes de la fecha de inicio del curso.

Los candidatos de países miembros del CIHEAM (Albania, Argelia, Egipto, España, Francia, Grecia, Italia, Líbano, Malta, Marruecos, Portugal, Túnez y Turquía) podrán solicitar becas que cubran los derechos de inscripción, así como becas que cubran los gastos de viaje y de estancia durante el curso. Los candidatos de otros países interesados en disponer de financiación deberán solicitarla directamente a otras instituciones nacionales o internacionales.

En la página Web se proporciona información sobre los cursos programados y se facilita el formulario de inscripción: http://www.iamz.ciheam.org

Para mayor información dirigirse a: **Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza**
Apartado 202 - 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)
Teléfono 976 57 60 13 - Fax 976 57 63 77
e-mail:iamz@iamz.ciheam.org – Web http: www.iamz.ciheam.org

INSCRIPCIÓN EN AIDA

* Si desea Ud. pertenecer a la Asociación, rellene la ficha de inscripción así como la carta para la domiciliación del pago de la cuota de asociado y envíelas a AIDA. Aptdo. 727. 50080 Zaragoza.

El abajo firmante solicita su inscripción como miembro de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario.

Apellidos ..... Nombre .....

Dirección postal .....

Teléfono .....

Profesión..... Empresa de trabajo .....

Área en que desarrolla su actividad profesional .....

CUOTA ANUAL: Firma.

❑ Sólo una Serie de ITEA { ❑ P. Animal / ❑ P. Vegetal } 4.000 ptas.

❑ Ambas Series 5.500 ptas.

FORMA DE PAGO:

❑ Cargo a cuenta corriente o libreta
❑ Cheque bancario

❑ Cargo a tarjeta
❑ VISA
❑ MASTERCARD

Tarjeta número:

□□ □□□□□□□□□□□□□□□□ Fecha de caducidad: ..... /.....

SR. DIRECTOR DE .....

Muy Sr. mío:

Ruego a Vd. se sirva adeudar en la cuenta cte./libreta n.°..... que matengo en esa oficina, el recibo anual que será presentado por la "Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario".

Atentamente,

Firmado:

BANCO O CAJA DE AHORROS: .....

SUCURSAL: .....

DIRECCIÓN CALLE/PLAZA: ..... N.° .....

CÓDIGO POSTAL: .....

POBLACIÓN: .....

INFORMACIÓN PARA AUTORES

Tipo de artículos que pueden ser enviados para su consideración al Comité de Redacción: se admite todo aquel que contribuya al intercambio de información profesional y trate de los más recientes avances que existan en las distintas actividades agrarias.

Una *información para autores* más detallada puede ser solicitada al Comité de Redacción. Rogamos sea leída detenidamente, prestando atención especial a los siguientes puntos:

CONDICIONES GENERALES

Los artículos, en castellano, serán enviados por triplicado a:
Sr. Director de la Revista ITEA - Apartado 727 - 50080 ZARAGOZA

RECOMENDACIONES EN LA PREPARACIÓN DE LOS ORIGINALES

La extensión máxima será de 25 folios de texto mecanografiado a doble espacio, cuadros y figuras incluidos. Los artículos que superen dicha extensión serán considerados sólo excepcionalmente.

Los artículos se remitirán a dos evaluadores anónimos expertos en el tema y el autor recibirá un informe del Comité de Redacción con las correcciones de dichos evaluadores. Una vez realizadas las correcciones el autor enviará un sólo ejemplar mecanografiado y una copia en disquete, para agilizar el trabajo en imprenta. Si el Comité de Redacción considera que se han atendido las consideraciones del informe, enviará una carta de aceptación al remitente, y el artículo pasará de inmediato a imprenta.

Los autores recibirán un juego de las primeras pruebas de impresión que deberán ser revisadas y devueltas rápidamente a la Redacción. El retraso en el retorno de las pruebas determinará que el artículo sea publicado con las correcciones del Comité de Redacción.

El título no incluirá abreviaturas y será corto y preciso. En la misma página se incluirán los nombres completos de los autores, así como la dirección postal y nombre de la Entidad en donde se haya realizado el trabajo.

Se incluirá en primer lugar un resumen corto de 200-250 palabras y hasta seis palabras clave. Además, se añadirá un resumen en *inglés* de la misma extensión, sin olvidar el *título* traducido y las palabras clave (Keywords).

A continuación del resumen vendrá el artículo completo, procurando mantener una disposición lógica, considerando cuidadosamente la jerarquía de títulos, subtítulos y apartados.

Los dibujos, gráficos, mapas y fotografías deben titularse todos *figuras*. Los *cuadros* y *figuras* deben llevar numeración diferente, pero ambos en cifras árabes.

Los pies o títulos de cuadros y figuras deben redactarse de modo que el sentido de éstos pueda comprenderse sin necesidad de acudir al texto. Los títulos, pies y leyendas de los cuadros y figuras se traducirán al inglés y se incluirán en letra cursiva, bajo el correspondiente en español.

Los dibujos, gráficos, mapas, fotografías y diapositivas serán presentados en la mejor calidad posible.

En general se evitará el uso de abreviaturas poco conocidas, que en todo caso serán debidamente explicadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

En el *texto* las referencias deben hacerse mediante el apellido de los autores en mayúsculas seguido del año de publicación, todo entre paréntesis.

Al final del trabajo, y precedida de la mención *Referencias Bibliográficas*, se hará constar una lista alfabética de todas (y únicamente) las referencias utilizadas en el texto. En el caso de incluir varios trabajos del mismo autor se ordenarán cronológicamente.

Cuando se citen revistas[1], libros[2], capítulos de libro[3] y comunicaciones a congresos[4] se hará según los siguientes ejemplos:

(1) HERRERO J., TABUENCA M.C., 1966. Épocas de floración de variedades de hueso y pepita. An. Aula Dei, 8 (1), 154-167.

(2) STELL R.G.D., y TORRIE J.H., 1986. Bioestadística: principios y procedimientos (segunda edición) 622 pp. Ed. McGraw-Hill. México.

(3) GAMBORG O.L., 1984. Plant cell cultures: nutrition and media, pp. 18-26. En: Cell Culture and Somatic Cell Genetics of Plants. Vol. 1, I.K. Vasil (Ed.), 825 pp. Ed. Academic Press, Orlando (EEUU).

(4) ANGEL I., 1972. The use of fasciculate form (determinate habit) in the breeding of new Hungarian pepper varieties. Third Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum, 17-24, Universidad de Turín (Italia).

ITEA

Información Técnica Económica Agraria
Revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

AÑO XXIX (1998), Vol. 94V N.º 3

ÍNDICE

Página

M.A. ACHÓN, E. SIN.- Efecto del virus del mosaico enanizante del maiz (MDMV) en el establecimiento de plantas de maíz y su vigor 109

J.A. ZEGBE DOMÍNGUEZ, M.H. PÉREZ BARRAZA, J.L. CHAN CASTAÑEDA.- Influencia de la poda en melocotonero cultivado bajo secano en el trópico mexicano 118

C. GODOY A., H. GARZA S., M.ª V. HUITRÓN R.- Crecimiento y acumulación de azúcares en el fruto de la vid (*Vitis vinifera* L.) bajo diferentes condiciones hídricas 129

M.C. DUSSI, E. SÁNCHEZ, A. VERONESI.- Efecto del aclareo químico de frutos en cultivares de manzanos 'Fuji', 'Royal Gala' y 'Red Delicious' 138

A. LAGARDA MURRIETA, M.ª DEL C. MEDINA MORALES, J. ARREOLA ÁVILA.- Efecto de la poda y aclareo de árboles adultos sobre la producción de nuez del nogal pecanero 148

M. SANZ, J. PASCUAL, J. MACHÍN.- Análisis floral de hierro para la predicción de clorosis férrica en manzano 158

M.L. BADENES, J. MARTÍNEZ-CALVO, M. LORENTE, G. LLÁCER.- Características del cultivo y de la mejora del melocotonero en Estados Unidos 165

J.A. CONESA MOR, M. SANZ ELORZA.- *Azolla Filiculoides* Lam. y *Heteranthera limosa* (SW.) Willd., dos nuevas malas hierbas de los arrozales altoaragoneses 177