

ITEA

PRODUCCION VEGETAL

Asociación
Interprofesional
para el Desarrollo
Agrario
1996 – Vol. 92V N.º 2



ITEA

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

1996 - AÑO XXVII Vol. 92V N.º 2	DIRECCIÓN Y REDACCIÓN Montañana, 176 - Apartado 727 50080 ZARAGOZA	Depósito legal: Z-577-82 ISSN: 1130-6017 INO Reproducciones, S.A. Polígono Miguel Servet, nave 13 50013 Zaragoza
------------------------------------	---	--

COMITÉ DE REDACCIÓN

DIRECTOR: Pere Albertí Lasalle
SUBDIRECTOR: Joaquín Uriarte Abad
SECRETARIOS: Serie Producción Vegetal: Eduardo Notivol Paíno
Serie Producción Animal: José Luis Alabart Álvarez
VOCALES: José Álvarez Álvarez
Joaquín Gómez Aparisi
Emilio Manrique Persiva
Clara Marín Alcalá
Juan A. Marín Velázquez
Luis Pérez y Pérez
M.ª Dolores Quílez Sáez de Viteri
Michel Villalta Martín
Carlos Zaragoza Larios

JUNTA DIRECTIVA DE A.I.D.A.

PRESIDENTE: Leonardo Plana Claver
VICEPRESIDENTES: 1.º Beatriz Amorena Zalbaza
2.º Rafael Socías i Company
SECRETARIO: José Álvarez Álvarez
TESORERO: Joaquín Uriarte Abad
VOCALES: José Folch Pera
Miguel Cambra Álvarez
Ricardo Revilla Delgado
Joaquín Gómez Aparisi
Gerardo Caja López
Antonio Felipe Mansergas
Emilio Manrique Persiva

Prohibida toda reproducción total o parcial sin autorización expresa
de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

ITEA no se responsabiliza necesariamente con las opiniones en los artículos firmados
que publica, cuya responsabilidad corresponde a sus autores

Suscripciones y Distribución

Información Técnica Económica Agraria publica tres números en volumen. En
1996 se publicarán los volúmenes 92A y 92V correspondientes a las series

Producción Animal y Producción Vegetal.

El precio de la suscripción para 1996 será de 3.500 ptas. para una serie y de 5.000 ptas.
para las dos series.

ITEA. Apartado 727. 50080 Zaragoza

CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL FRUTO DEL PECANERO (*Carya illinoensis* K) Cv. WESTERN Y SU RELACIÓN CON UNIDADES CALOR, EVAPOTRANSPIRACION Y DÍAS

C. Godoy Ávila

CIFAP-Comarca Lagunera

Apartado Postal 247

Torreón, Coahuila. 27000 México

RESUMEN

En el pecanero, es importante determinar cuando las diferentes fases de desarrollo del fruto se inician y el tiempo en el cual son completadas, con el propósito de poder planear su manejo más adecuado. Sin embargo, estas fases ocurren en diferentes fechas en las distintas regiones productoras de pecanero y aún en una misma de un año a otro, obedeciendo esto, a condiciones ambientales diferentes. En relación a lo anterior durante siete años (1988-1994) se realizó un estudio, cuyo objetivo principal fue conocer las fases de crecimiento y desarrollo de la nuez del pecanero Cv. Western, comparando al mismo tiempo la precisión de los días, las unidades calor (UC) y la evapotranspiración (Et) en el pronóstico de estas fases.

Se encontró que el inicio de algunas fases de la nuez como son: Estado acuoso del endospermo, endurecimiento de la cáscara y llenado de la almendra se iniciaron a los 66, 89 y 97 días después de la receptividad del estigma.

En la determinación del inicio de las diferentes fases de la nuez, la evapotranspiración presentó los niveles de predicción más altos que las unidades calor y los días.

Palabras clave: Nogal, Fase de desarrollo, Unidades calor, Evapotranspiración.

SUMMARY

FRUIT GROWTH AND DEVELOPMENT OF WESTERN PECANS (*Carya illinoensis* K) AND ITS RELATIONSHIP WITH DEGREE-DAYS, EVAPOTRANSPIRATION AND DAYS

In pecans, the determination of the time the different phases of fruit growth begins and the time period at which they are completed is very important, with the purpose of planning the best orchard management. However, these phases occur in different dates in the different pecans productive regions, and even in the same area, differences are recorded from one year to another, different environmental conditions.

A study was carried out during seven years (1988-1994) to know the fruit growth and development phases of Western pecans, comparing at the same time the accuracy of days, degree-days and evapotranspiration in the prediction of these phases.

It was found that: Free-nucleate endosperm, ovary wall lignification and kernel filling started at 66, 89 and 97 days after stigma receptivity.

To determine the time at which the different fruit phases started the prediction through evapotranspiration, was higher than degree-days and days.

Key words: Pecan, Development phase, Evapotranspiration, Days, Degree-days.

Introducción

El desarrollo de la nuez del pecanero puede ser dividido en dos fases; I. Desarrollo del endospermo y II. Crecimiento del embrión (HERRERA, 1990). Durante la fase I, la nuez se alarga y el volumen del endospermo se incrementa (CRANE y HARDY, 1934). La fase II, es el periodo de crecimiento del embrión. Esta fase es marcada por el desarrollo de los cotiledones y es correlacionada con el llenado de la nuez (HERRERA, 1990). Prácticas de manejo de la plantación afectan al desarrollo y calidad de la nuez. Es importante conocer el tiempo en que las distintas fases del desarrollo de la nuez se inician y la velocidad a la cual se completan para programar algunas prácticas culturales importantes; como son la aplicación oportuna de los riegos, fertilización, control de plagas y época de cosecha. El conocimiento de todo lo anterior permite optimizar el uso de los recursos aplicados al pecanero y obtener nueces de máximo tamaño y calidad.

Sin embargo, es necesario mencionar que la aparición de las distintas fases de la nuez, varían entre localidades y entre años, como resultado de condiciones ambientales diferentes (LAGARDA, 1977; JASSO, 1988; HERRERA, 1990 y GODOY, 1994). Los estudios fenológicos realizados (LAGARDA y GONZÁLEZ, 1975) han proporcionado información sobre los periodos en que ocurren las diferentes etapas de desarrollo de la nuez. Sin embargo, estos resultados difícilmente se pueden extrapolar a otras regiones dife-

rentes a aquellas en donde se realizó el trabajo experimental. Además, de que este cultivo muestra los efectos de la restricción o exceso de algún factor en el año o en los siguientes años. Probablemente la estrategia más adecuada para hacer más eficiente la producción de este frutal, es aquella que permita la predicción de ocurrencia de las etapas de máxima susceptibilidad a factores ambientales y de manejo y que pueda determinarse en sólo unas cuantas localidades a través de varios años. A este respecto, las técnicas de moderación y simulación ambiental ofrecen una alternativa más simple para la predicción de eventos; tanto climáticos como fenológicos que permitirán tomar decisiones en el manejo del cultivo con alta probabilidad de éxito. Una de estas herramientas ha sido el uso de las unidades calor la cuál es muy sencilla y además tiene en cuenta las interacciones entre los factores ambientales que son determinantes para la producción de los cultivos. A pesar de las críticas que rodean a su base científica el método de UC ha probado ser más preciso que los días (GODOY, 1994).

La Et, se puede convertir en una herramienta de mayor precisión que la de las unidades calor y los días, debido a que involucra además de la temperatura del aire, a la radiación solar, humedad relativa y a la velocidad del viento. Con relación a este planteamiento, el objetivo del presente estudio fue conocer las fases de crecimiento y desarrollo de la nuez del pecanero; comparando al mismo tiempo la precisión de los

CUADRO 1
FECHAS DE BROTAÇÃO, INICIO DE RECEPTIVIDAD DEL ESTIGMA, DÍAS DE
BROTAÇÃO A RECEPTIVIDAD DEL ESTIGMA EN EL PECANERO CV. WESTERN
DURANTE SIETE AÑOS

Año	Fecha brotación	Receptividad del estigma	N.º de días de brotación-receptividad del estigma
1988	Marzo 30	Mayo 2	33
1989	Abril 4	Mayo 8	34
1990	Marzo 21	Abril 20	30
1991	Abril 7	Mayo 2	25
1992	Marzo 16	Abril 22	37
1993	Marzo 26	Abril 25	30
1994	Marzo 22	Abril 18	27
$\bar{x}$			30.9

días, las unidades calor y la Et en el pronóstico de estas etapas.

Materiales y métodos

El presente estudio se ha llevado a cabo durante siete años (1988 a 1994) en el Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de la Comarca Lagunera, ubicado en Matamoros, Coahuila, México. Se utilizó una plantación comercial bien manejada de pecanero del cultivar Western. Cuando se inició el estudio los árboles contaban con diez años de edad. Los árboles estaban sanos y su tamaño era uniforme. Durante los meses de marzo y abril se tomaron los datos de brotación reportándose en valores del 100 %. En abril y mayo se consideró la fecha en que el estigma está receptivo para recibir el polen liberado por la flor masculina (Cuadro 1). El muestreo de la nuez se inició para la segunda semana de

mayo cuando estos tenían alrededor de 3 mm de longitud y se continuó hasta finales de septiembre. Las muestras que se tomaron fueron de treinta nueces, colectados al azar cada semana, de árboles seleccionados al azar en la parte sureste de una superficie de una hectárea. Cada muestra fue dividida en dos grupos de 15 frutos cada uno. Cada grupo fue asignado a un tipo de corte: a) Área transversal, el cual se hizo en el punto medio del fruto perpendicular a las dimensiones longitudinales y b) A través de su sección longitudinal. Lo anterior se hizo con el propósito de tomar las medidas de longitud y ancho de la nuez sin considerar el pericarpio. En estas mismas nueces se realizaron observaciones para definir el inicio de; estado acuoso, que es cuando el endospermo es líquido, endurecimiento de la cáscara y engrosamiento de los cotiledones (llenado de la nuez).

Para comparar las unidades calor, evapotranspiración y días en la predicción de los

inicios de las fases antes mencionadas se utilizaron las siguientes metodologías:

Las Unidades Calor se determinaron a través de la metodología Curva-seno modificada de ALLEN (1976) con la siguiente fórmula:

$$UC = 1/2 (F - K_1) \text{ donde:}$$

$$UC = \text{Unidades Calor (hr)}$$

$$F = \text{Temperatura promedio (Temp. máxima + Temp. mínima/2) (°C)}$$

$$K_1 = \text{Temperatura crítica inferior para la especie que esta siendo considerada (°C).}$$

Las temperaturas límite de crecimiento para el nogal fueron: Límite crítico inferior 15.5 °C y superior de 38 °C (MIYAMOTO, 1983).

La Evapotranspiración (Et) se obtuvo con la siguiente relación:

$$Et = E_o \times K_1 \text{ donde:}$$

$$Et = \text{Evapotranspiración (mm/día)}$$

$$E_o = \text{Evaporación desde el evaporómetro (mm/día) y representa el valor promedio diario del período considerado}$$

$$K_1 = \text{Coeficiente del evaporómetro.}$$

Durante el estudio, de acuerdo con la localización del evaporómetro así como por las condiciones de humedad relativa y velocidad del viento, el valor de K_1 fue de 1.0 (DOORENBOS y PRUITT, 1975).

Para la comparación de los tres métodos se utilizó el coeficiente de variación (CV), que sirve para evaluar los resultados de diferentes experimentos involucrando el mismo carácter (STEEL y TORRIE, 1960). Este coeficiente es definido, como la desviación estándar de la muestra expresada

como un porcentaje de la media de la muestra y se calcula con la siguiente relación:

$$CV = (100) (S)/\bar{x} \text{ donde:}$$

$$CV = \text{Coeficiente de Variación (\%)}$$

$$S = \text{Desviación estándar}$$

$$\bar{x} = \text{Media de la muestra.}$$

Resultados y discusión

Las primeras mediciones de longitud y ancho de la nuez se realizaron a los 20 días después del inicio en la receptividad del estigma, la cual en promedio para todos los años estudiados se presentó a los 31 días después de que ocurrió el 100 % de la brotación (Cuadro 1). Los valores iniciales de longitud y ancho de la nuez fueron en un 8 y 9 % respectivamente de las dimensiones finales (Figura 1). Para esta fecha y de acuerdo a los cortes realizados en las nueces, no había presencia de líquido dentro de la nuez. La primera observación de líquido dentro de la nuez (inicio del estado acuoso), ocurrió en junio 25, esto es aproximadamente 66 días después de la receptividad del estigma (DDRE) (Cuadro 2). Para esta fecha la longitud de la nuez era de un 52.6 % y el ancho de un 50 % del tamaño final. Este patrón de alargamiento de la nuez temprano indica que el tamaño final de esta puede ser fuertemente influenciado por las condiciones de crecimiento que se presenten temprano en el ciclo (HERRERA, 1990). Otros investigadores (GODOY y LAGARDA, 1986; WORTHINGTON, 1992; SHALHEVERT *et al*, 1976), han establecido que las condiciones que favorezcan al crecimiento de la nuez durante sus fases iniciales son necesarios para producir nueces grandes. El máximo contenido de líquido en la nuez se alcan-

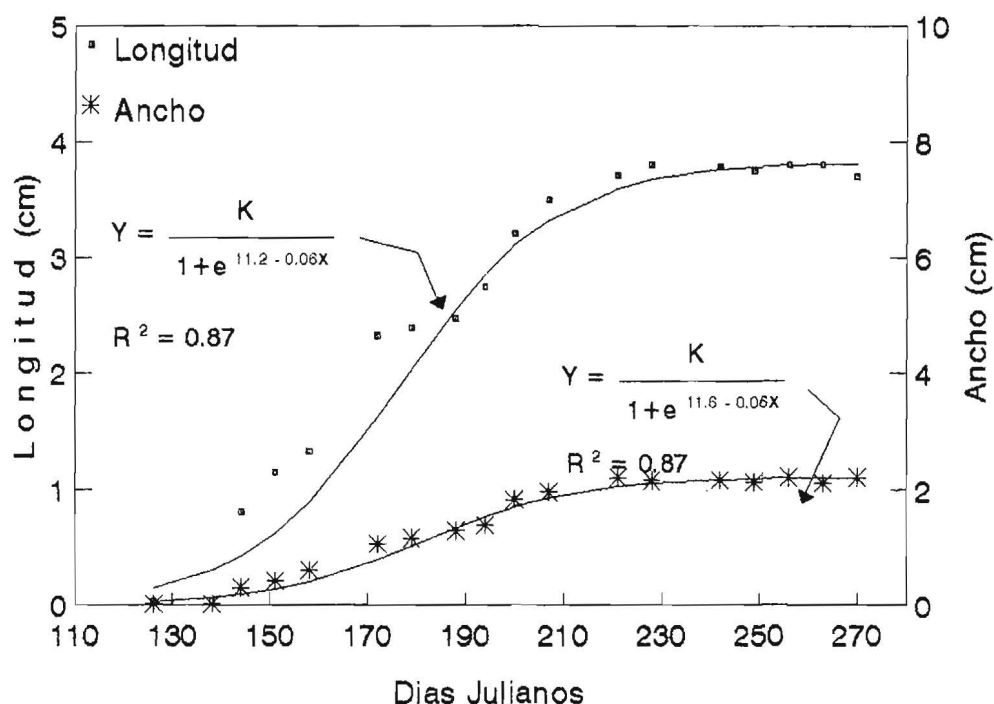


Figura 1. Crecimiento de la nuez del pecanero Cv. Western en su sección longitudinal y transversal. 1994

zó a los 82 DDRE y para este tiempo la nuez alcanzó el 84 % y 81 % de la longitud y ancho final respectivamente. Para este tiempo y de acuerdo a lo encontrado por HERRERA en (1990), el espacio central se había expandido al ancho total del fruto y el óvulo a su máxima longitud. El estado acuoso terminó en julio 27, lo cual correspondió a los 91 DDRE. Para este tiempo, la nuez había alcanzado el 95 y 96 % de su longitud y ancho final respectivamente. En esta etapa, la nuez tiende a caerse cuando la humedad del suelo no es óptima. Si por alguna razón la plantación llega a sufrir una deficiencia de agua durante esta etapa, la aplicación posterior de un riego o la presencia de una lluvia pesada, ocasionará la caída de gran parte de la cosecha (SPARKS y

MADDEN, 1985; HERRERA, 1990; OBANDO, 1982; MEDINA, 1987). De dos a tres días (89 DDRE) antes de finalizar el estado acuoso, se inició el endurecimiento de la cáscara; etapa que se completa en 19 días. Se ha encontrado que a partir de la finalización de esta etapa (110 DDRE) cualquier práctica de manejo que se realice ya no influye en el tamaño final de la nuez (HERRERA, 1990).

Ocho días después de iniciado el endurecimiento de la cáscara se inicia el llenado de la nuez (97 DDRE) requiriéndose alrededor de 57 días en promedio (Cuadro 2) para producir una nuez completamente llena. Durante esta etapa los fotosintatos elaborados por las hojas son translocados en solución con el agua, precisamente a las nueces y a otras partes de la planta para su almace-

CUADRO 2
COMPORTAMIENTO DE LAS FASES DE LA NUEZ DEL PECANERO CV. WESTERN
A TRAVÉS DE AÑOS, EN RELACIÓN A DÍAS DESPUÉS DE LA RECEPTIVIDAD
DEL ESTIGMA

Fase de Desarrollo	Días después de receptividad del estigma								CV(%)
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	$\bar{X}$	
Inicio de estado acuoso	71	66	63	56	69	69	68	65.7	7.8
Máximo estado acuoso	87	86	83	70	84	86	83	82.7	7.3
Endurecimiento de cáscara	91	94	91	76	90	95	88	89.3	6.8
Fin del estado acuoso	93	97	93	78	92	97	90	91.4	7.6
Inicio llenado de la nuez	99	101	101	84	97	101	95	96.9	5.4
Fin endurecimiento cáscara	112	114	116	94	111	111	109	109.6	6.1
Fin del llenado de la nuez	149	155	161	147	161	160	147	154.3	4.0

namiento; por lo que durante esta etapa, no solamente se necesita un buen suministro de nutrientes, sino también un buen suministro de agua para proveer condiciones favorables para el transporte de nutrientes, fotosíntesis y translocación de fotosintatos dentro de la planta (DOZIER y AMLING, 1974; WORTHINGTON *et al.*, 1992; GODOY y LAGARDA, 1986; GODOY, 1994).

Una vez que la nuez ha alcanzado su maduración (154 DDRE), la principal práctica cultural para controlar la apertura del pericarpio es la humedad. Si por alguna razón se presenta una deficiencia de agua durante este período, la apertura de éste se retrasa creando condiciones para que la nuez germine (SPARKS, 1989; WOOD, 1993). Lo anterior se puede reducir con niveles adecuados de humedad en el suelo, cosechando temprano o efectuando un aclareo mecánico cuando la nuez es excesiva (SPARKS, 1989).

En los cuadros 3 y 4 se presentan las unidades calor y la evapotranspiración acumulados a partir del inicio en la receptividad

del estigma para que se presenten las diferentes fases de la nuez. Se puede observar que estos dos parámetros aunados al de días que se presenta en el Cuadro 2, el que presentó una menor variación en las etapas consideradas fue la evapotranspiración, con valores que variaron desde 1.1 a 2.9 % durante el inicio en el llenado de la nuez, fin del endurecimiento de la cáscara, máximo y fin del estado acuoso y el inicio en el endurecimiento de la cáscara, mientras que valores de 4.5 a casi 5 % fueron obtenidos en las etapas de inicio del estado acuoso y fin del llenado de la nuez. El parámetro de unidades calor presentó una variabilidad ligeramente más alta que la Et, siendo ésta de aproximadamente un 0.9 % en los eventos que se presentaron desde la etapa de máximo estado acuoso hasta el fin del endurecimiento de la cáscara y de casi un 2 % más en la etapa de fin del llenado de la nuez. A excepción de la etapa del fin del llenado de la nuez, el parámetro de días fue el que presentó los niveles de variabilidad más altos, siendo aproximadamente un 4.5 y 3.6 %

CUADRO 3
COMPORTAMIENTO DE LAS FASES DE DESARROLLO Y UNIDADES CALOR EN
UN PERÍODO DE SIETE AÑOS EN EL PECANERO CV. WESTERN

Fase de Desarrollo	Unidades calor acumuladas							CV	
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	$\bar{X}$	(%)
Inicio del estado acuoso	670.5	681.3	645.7	649.3	674.4	680.0	660.9	666.0	3.5
Máximo estado acuoso	831.5	882.8	844.3	840.0	871.1	922.7	885.4	868.3	3.7
Endurecimiento de cáscara	897.9	978.5	946.3	919.3	946.2	974.6	953.8	945.2	3.0
Fin del estado acuoso	907.6	1,000.2	965.5	942.3	972.7	1,015.3	1,000.3	972.0	4.0
Inicio llenado de la nuez	1,050.4	1,059.4	1,040.3	1,008.1	1,038.2	1,055.0	1,050.9	1,043.2	1.7
Fin endurecimiento cáscara	1,173.9	1,204.8	1,200.6	1,128.9	1,201.1	1,225.7	1,200.2	1,190.7	2.6
Fin del llenado de la nuez	1,451.0	1,528.6	1,600.6	1,766.0	1,725.1	1,678.1	1,650.9	1,628.6	6.9

CUADRO 4
COMPORTAMIENTO DE LAS FASES DE DESARROLLO Y
EVAPOTRANSPIRACIÓN ACUMULADA EN UN PERÍODO DE SIETE AÑOS EN EL
PECANERO CV. WESTERN

Fase de Desarrollo	Evapotranspiración acumulada (mm)							CV	
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	$\bar{X}$	(%)
Inicio del estado acuoso	575.9	571.8	566.5	554.3	549.2	560.4	554.7	561.8	4.46
Máximo estado acuoso	699.1	694.8	695.2	692.8	699.5	696.7	710.7	698.4	2.82
Endurecimiento de cáscara	740.2	766.8	756.8	757.9	755.4	755.4	756.3	755.6	1.93
Fin del estado acuoso	768.3	789.6	773.8	781.4	769.6	774.3	774.8	776.0	2.83
Inicio llenado de la nuez	829.1	823.0	824.4	837.3	820.7	826.4	808.4	824.2	1.06
Fin endurecimiento cascara	946.1	929.7	931.7	903.9	941.9	931.9	933.7	935.1	1.66
Fin del llenado de la nuez	1,176.1	1,136.0	1,256.6	1,270.7	1,306.4	1,240.9	1,283.4	1,238.6	4.94

mayor que los encontrados para la Et y unidades calor respectivamente.

En algunos estudios realizados al igual que en el presente trabajo, se ha encontrado que la Et, presenta menos variabilidad que las unidades calor y días para predecir even-

tos fenológicos (GODOY, 1994) o bien en la duración del ciclo en el pecanero a través de varios años (MIYAMOTO, 1983).

En la literatura actual no existen trabajos con los cuales se pueda comparar los valores de Et y UC encontrados en el presente

estudio. Existe un estudio de tres años en el pecanero (MIYAMOTO, 1983) en el que se determinó que las UC acumuladas desde el inicio en la receptividad del estigma hasta el fin del llenado de la nuez fueron de 1500 UC con un coeficiente de variación entre años de 6.4 %, mientras que la Et acumulada en estos mismos tres años fue de 1200 mm en promedio, con un CV de 1.5 %. El número de días encontrado para este mismo período (HERRERA, 1990) fue de 167 en promedio con un CV de 7.1 %. De acuerdo a estos resultados y a los encontrados en el presente estudio, se puede observar, por un lado, que la Et presenta un nivel de predicción más elevado que UC y días y por el otro, que independientemente de la región donde se ubique al pecanero, tiene valores similares de Et y UC para completar su ciclo, ya que en el presente estudio estos valores fueron de 1238.6 y 1628.6 para Et y UC respectivamente, los cuales son muy similares a los encontrados en El Paso, Texas y Las Cruces, New México (MIYAMOTO, 1983).

Conclusiones

Debido a la presencia de condiciones ambientales diferentes a través de los años, se encontró que las diferentes fases de la nuez ocurrieron en diferentes fechas. Lo anterior, además de no permitir una calendarización fija de las prácticas de manejo mas importantes en este cultivo, tampoco permite la extrapolación de los resultados de este trabajo a otras regiones pecaneras. Sin embargo, con el uso de las metodologías de evapotranspiración y unidades calor, las cuales independientemente del año y de las condiciones ambientales prevaecientes pronostican con un alto grado de exactitud la

aparición de las diferentes fases de la nuez, nos permitiran establecer programas de manejo óptimo en este cultivo, así como la extrapolación de estos resultados no solo en México sino a otras zonas productoras de nuez en el mundo.

Agradecimiento

Se agradece la colaboración de la M.C. CIRIA A. TORRES E. en la revisión y edición del presente trabajo.

Bibliografía

- ALLEN, J.C., 1976. A modified sine wave method for calculating degree-days. *Env. Ent.*, 5, 388-396.
- CRANE, H.L., HARDY, M.B., 1934. Interrelation between cultural treatment of pecan trees, the size and degree of filling of the nuts and the composition of the kernels. *J. Agr. Res.*, Vol. 49, 643-661
- DOORENBOS, J., PRUITT, W.P., 1975. Guidelines for predicting crop water requirements. *Irrigation and Drainage Paper 24*, FAO. Rome.
- DOZIER, N.A., AMLING, H.J., 1974. Fruit growth and embryological development of the "Stuart" pecan *Carya illinoensis*. *Auburn Agr. Exp. Sta., Bul.* 463.
- GODOY, A.C., LAGARDA, M.A., 1986. Effect of different levels of Evapotranspiration in Pecan nut development. *Proceedings of the 20th Western Pecan Conference*. New Mexico State Univ. WIPGA., pp 45-57.
- GODOY, A.C., 1994. Manejo del agua en diferentes etapas fenológicas del nogal. *Memorias de XII Conferencias Internacionales sobre el cultivo del Nogal*. Delicias, Chih., pp 128-137.
- GODOY, A.C., 1994. Comparacion entre Días, Unidades Calor (UC) y la Evapotranspiración Potencial (ET) en la predicción de eventos fenológicos en el algodonero. *TERRA.*, Vol. 12 (3), 311-316.

- HERRERA, E.A., 1990. Fruit growth and development of Ideal and Western Pecans. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 115 (6), 915-923.
- JASSO, I.R., 1988. Uso de las unidades calor para programar riegos en nogal pecanero en el norte de México. *Seminarios Técnicos Pronapa.*, 4(4), 10p.
- LAGARDA, M.A., GONZÁLEZ, R.V. 1975. Estudio del comportamiento fenológico de diez cultivares de nogal pecanero en la Comarca Lagunera. Informe de investigación. CIAN. INIA. pp 10.48-10.82
- LAGARDA, M.A., 1977. Relación entre el crecimiento del fruto y algunos puntos críticos del desarrollo fenológico con la acumulación de unidades caloríficas en el cultivo del nogal cáscara de papel. *Seminarios Técnicos CIANE. Vol. 4* (4), 12p.
- MIYAMOTO, S., 1983. Consumptive water use for irrigated pecan. *Amer. Soc. Hort.*, 108 (S), 676-681.
- MEDINA, M.M.C., 1987. Diagnóstico nutrimental del nogal pecanero (*Carya illinoensis* K) en la Comarca Lagunera. 20_ Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Memorias. Zacatecas, Zac. pp 145.
- OBANDO, R.R.G., 1982. Nogal Pecanero. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en los frutales de hoja caduca. SARH. INIFAP. Publicación Especial 91, 39-51.
- SHALHEVERT, J., MANTELL, A., BIELOARI, H. y SHIMSKI, D., 1976. Irrigation of field and orchard crops under semi-arid conditions. *Intern. Irrig. Inform. Cen.*, Bet Dagan, Israel.
- SPARKS, D., MADDEN, G.D., 1985. Pistillate flower and fruit abortion in Pecan as a function of cultivar, time and pollination. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 110, 219 - 223.
- SPARKS, D., 1989. Predicción de la madurez de la nuez pecanera por medio de unidades calor. *Hortscience.* 24, 454 -455.
- STEEL, G.D.R., TORRIE, G.J., 1960. Principles and procedures of statistics. Mc Graw - Hill Book Company. London.
- WOOD, B., 1993. Ventajas y desventajas de una cosecha temprana de nuez. XII Conferencias internacionales sobre el cultivo del nogal. Sonora, Mexico.
- WORTHINGTON, J.W., 1992. Changing times for irrigation. Keep on eye on high-frequency irrigation technology. *Pecan South. August.*, Pag. 15.
- WORTHINGTON, J.W., Laswell, J., Stein, L.A. y Mc Farland, M.J., 1992. Now that you ve decided to irrigate... How?... how *Pecan South.*, Vol.

(Aceptado para publicación el 22 de mayo de 1996)

APLICACIONES DE CALCIO EN MANZANO

T. Casero

E.T.S. de Ingeniería Agraria
Universidad de Lleida

RESUMEN

En este trabajo se valora el efecto de distintos tratamientos foliares realizados con un compuesto a base de calcio con aminoácidos y un estándar de cloruro de calcio, sobre los contenidos minerales en hojas y frutos, así como también sobre varios parámetros de calidad.

Aumentos de calcio en el fruto iban asociados con incrementos de la dureza y una reducción en la incidencia de bitter pit.

Palabras clave: Aminoácidos, Calcio, Manzana, Mancha amarga, Nutrición Foliar.

ABSTRACT

CALCIUM TREATMENTS IN APPLE TREE

Different spray treatments with a calcium amino acid compound, together with a standard application of calcium chloride, were carried out to investigate their effect on the mineral contents in leaves and fruits and also on different fruit quality parameters.

Increase in fruit calcium was associated with a raise in fruit firmness and a reduction in the incidence of bitter pit.

Key Words: Calcium, Amino acids, Apple, Bitter pit, Spray nutrition.

Introducción

La calidad de la fruta y su mejor aptitud para la conservación frigorífica están directamente influenciadas por la nutrición equilibrada de los diferentes elementos esenciales, pero de forma particular y más especialmente por el calcio, pues contenidos bajos de este nutriente, originan una reducción de la calidad y un acortamiento del período de conservación frigorífica. El aumento de los niveles de calcio y la consecución de equilibrios nutricionales más idóneos, está directamente relacionado con la disminución de

muchas fisiopatías y por tanto en la mejora de la calidad de los frutos (CASERO *et al.*, 1990; FERGUSON *et al.*, 1993).

Aunque en muchas ocasiones, el calcio esté presente en bastante proporción en el medio, sin embargo, su absorción por la planta es lenta y muchas veces dificultada por diversos factores y antagonismos, lo que hace que la cantidad que llega hasta los frutos sea muy pequeña, siendo muchas veces la concentración que alcanzan los frutos de forma natural, del orden de la mitad de los niveles ideales que debieran poseer (FAUST, 1991), por lo que se debe proporcionar y a

la vez favorecer que la planta absorba y transloque más calcio hacia los frutos.

Los frutos requieren a lo largo de su desarrollo, un suministro de calcio relativamente pequeño pero continuo, para conseguir una buena producción y evitar muchas alteraciones que pueden producirse. Así, un bajo nivel de calcio durante el desarrollo de los frutos, puede inducir desórdenes en los mismos debido a que la cantidad de este nutriente almacenado en las reservas es muy poco móvil (BOULD and CHIU, 1976).

La nutrición foliar con calcio puede proporcionar un suministro más directo al fruto y complementario al tomado por vía radicular, que conduzca a niveles más aceptables de este bioelemento en los frutos. El aporte de calcio asociado a biomoléculas de origen natural como son los L-aminoácidos, puede ayudar a su absorción y movilidad en el interior de la planta y conseguir un mejor equilibrio nutricional de la misma (JEPPSEN, 1991; MULLINS *et al.*, 1986).

El objetivo de este trabajo es valorar el efecto de distintos tratamientos foliares en campo a base de calcio, para la mejora de la calidad y conservabilidad de las manzanas de la variedad "Golden Delicious".

Material y métodos

Se ensaya un producto a base de calcio con L-aminoácidos (Ca-AA), que posee una composición de 6.68% p/v en calcio y 5.5 % p/v de L-aminoácidos libres naturales, además de un contenido de 5.87% p/v de nitrógeno, 0.24% p/v en boro y pequeñas cantidades en derivados de las bases púricas y pirimidínicas con cierta actividad bioestimulante. También se ensaya un producto a base de CaCl_2 como aplicación estándar y

representativo del compuesto normalmente utilizado.

El producto de Ca con L-aminoácidos naturales provenientes de hidrólisis enzimática (Aminoquelant-Ca), se aplica a una dosis baja y otra alta, con concentraciones en calcio de 0.446 g/L y 0.892 g/L respectivamente, y con unos gastos de 6.5 L/ha y 13 L/ha en cada caso. El tratamiento estándar se efectuó a una concentración de 0.213% p/v en CaCl_2 equivalente a 0.768 g/L de calcio, mientras que al testigo se aplicó solamente agua. En todos los tratamientos se añadía un tensoactivo a base de polietilenglicol al 0.1 %.

Los árboles tratados eran de la variedad "Golden Delicious", tenían 8 años al comienzo del ensayo (campana 1992), formados por el sistema de eje central, con portainjerto M7, en un marco de plantación de 3x2 m y recibieron dos aportaciones de 225 kg/ha de sulfato amónico cada vez.

Respecto a los momentos de aplicación se eligió una época temprana con tres aplicaciones cada diez días, comenzando a los 15 días después de la plena floración; otra época tardía, también con tres aplicaciones entre Julio y Agosto, y una época mixta con las aplicaciones tempranas más las tardías. El diseño experimental fue de bloques al azar, con 8 tratamientos y 3 repeticiones, efectuándose en parcelas elementales de 4 árboles, con aplicaciones y dosis que se indican en el Cuadro 1.

Los análisis minerales de hojas y de frutos se realizaron por vía seca, mediante la técnica de mineralización simplificada

(BONVALET *et al.*, 1986). Para el control de la calidad de los frutos se midieron los parámetros de peso, longitud del fruto, dureza con un penetrómetro de 11 mm, ataque de fisiopatías como mancha amarga

CUADRO 1
TRATAMIENTOS CON PRODUCTOS DE CA EN DIFERENTES ÉPOCAS DE
APLICACIÓN Y DOSIS

TRATAMIENTOS	PRODUCTO	ÉPOCA APLICACIÓN	DOSIS
1	Ca-AA	Temprana(a)	6.5 ml/L
2	Ca-AA	Mixta (c)	6.5 ml/L
3	Ca-AA	Tardía (b)	6.5 ml/L
4	Ca-AA	Temprana(a)	13.0 ml/L
5	Ca-AA	Mixta (c)	13.0 ml/L
6	Ca-AA	Tardía (b)	13.0 ml/L
7	CaCl ₂	Tardía (b)	2.13 g/L
8	Testigo	Temprana(a)	Agua

(a) Temprana: 3 aplicaciones: 25 Abril (15 días desp. F₃), 5 y 16 de Mayo.

(b) Tardía: 3 aplicaciones: el 15 de Julio, 4 y 24 de Agosto.

(c) Mixta: 6 aplicaciones: 3 tempranas + 3 tardías.

(Bitter pit) expresada como media del número total de manchas por unidad de fruto, y de russetting medido también como media del ataque por fruto (CARBO *et al.*, 1992).

También se valoró la acidez y se midieron los azúcares totales por refractometría, englobando ambos en el índice de calidad aplicado a las manzanas "Golden Delicious" y denominado índice de Thiault.

Resultados y discusión

Durante el período de crecimiento de los frutos en el árbol, los que han recibido tratamiento cálcico, manifiestan una tendencia a un mayor crecimiento tanto en longitud como en diámetro de los frutos, sin embargo, en el momento de la recolección se diluyen estos efectos y no se detectan diferen-

cias significativas ni tampoco en cuanto a las producciones conseguidas que fueron de unos 37 kg/árbol de media.

En el análisis foliar característico realizado a mediados del mes de Julio, se detectaron en general niveles bajos en gran número de nutrientes esenciales, como calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc y boro, y se encontraron valores bastante deficitarios en el caso del manganeso, que solamente alcanzaron niveles entre 10 y 14 ppm.

Respecto de las concentraciones de calcio en hojas, se detectan incrementos en los árboles tratados, que llegan a representar hasta un 25% de aumento para aquellos que habían recibido la dosis más alta de Ca-AA y también en el caso del estándar con CaCl₂.

Los niveles especialmente bajos de algunos nutrientes como magnesio y manganeso, se pusieron de manifiesto muy notoriamente en todos los árboles, produciendo

decoloraciones y necrosis en las hojas que denotaban estas deficiencias y que originaron una fuerte defoliación a comienzos del verano, dejando la mitad basal de los ramos prácticamente sin hojas.

En general los frutos poseían bajos contenidos en bioelementos, aunque aquellos que recibieron algún tratamiento cálcico, en el momento de la recolección, alcanzaron unos niveles de calcio más elevados, consiguiendo los mayores incrementos de este nutriente, entre un 25% y 30%, aquellos que habían recibido la dosis más alta de Ca-AA en la época de aplicación mixta (temprana + tardía); seguidos por los que habían recibido la dosis alta, ya sea en la época temprana o en la tardía, y también con el tratamiento estándar a base de CaCl_2 (Cuadro 2).

Respecto a las concentraciones de los otros nutrientes en el fruto, no se dan diferencias significativas entre los distintos tratamientos, aunque sí se puede apuntar una tendencia positiva hacia una limitación de los altos contenidos potásicos y nitrogenados de los tratados con mayor dosis de cal-

cio, tanto los correspondientes a Ca-AA como en el estándar.

Los niveles más elevados de calcio en los frutos, conducen a unos valores de la relación K/Ca significativamente más baja, con valores hasta de un 20 a 25% menores que en el testigo, al igual que una tendencia semejante para la relación N/Ca, por lo que en estos frutos se consigue un mejor equilibrio mineral que conlleva unas mejores aptitudes de cara a su conservación en cámara frigorífica (HUGUET, 1981; MARCELLE, 1990).

En lo referente a los parámetros de calidad, no se encontraron diferencias significativas en cuanto al peso, diámetro y longitud de los frutos, así como tampoco en los valores de acidez y sólidos solubles, ni por tanto en el índice de Thiault. Sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas para el caso de la dureza, ataques de mancha amarga (Bitter pit) y también de russeting.

Los valores de dureza mayores los alcanzan las manzanas que recibieron los tratamientos a las dosis más altas de calcio, tanto en la forma de CaCl_2 como de Ca-AA. El

CUADRO 2
CONTENIDOS MINERALES DE LOS FRUTOS CON DISTINTOS TRATAMIENTOS CÁLCICOS EN EL MOMENTO DE LA RECOLECCIÓN. LOS DATOS SE EXPRESA EN MG/G DE MATERIA SECA Y SON MEDIA DE TRES REPETICIONES

TRAT.	Ca	Mg	K	P	N	K /Ca
1	0.190	0.41	7.53	0.56	3.07	39.6
2	0.210	0.39	7.66	0.61	3.36	36.5
3	0.193	0.38	7.44	0.57	3.44	38.6
4	0.200	0.39	7.28	0.61	3.47	36.4
5	0.230	0.41	7.16	0.59	3.40	31.4
6	0.200	0.38	6.72	0.55	3.17	33.7
7	0.203	0.38	7.07	0.52	3.03	35.2
8	0.177	0.40	7.41	0.55	3.49	42.0

CUADRO 3
PARÁMETROS DE CALIDAD EN EL MOMENTO DE LA RECOLECCION DE
MANZANAS CV. GOLDEN DELICIOUS CON DISTINTOS TRATAMIENTOS
CALCICOS, (VALORES MEDIOS DE 20 MANZANAS)

TR	PESO g	LN.F. mm	I.T.	DUR. lb	B.P.	R.S.
1	206.5	75.8	180	16.5	0.93	1.35
2	209.2	76.3	181	16.4	1.08	1.37
3	201.9	74.3	182	16.6	0.67	1.08
4	205.3	75.2	186	16.6	0.90	1.46
5	210.7	76.4	186	16.9	0.80	2.01
6	202.5	75.3	181	16.4	0.93	1.48
7	206.3	75.4	181	16.9	0.73	1.28
8	215.3	75.2	188	16.2	1.95	0.98

LN.F. Longitud del fruto expresado en mm.
I.T. es el Índice de Thiault (sólidos solubles + 10*Acidez) DUR. Dureza expresada en libras (lb).
B.P. media del número de manchas amargas o Bitter pit por fruto. R.S. Russetting como media del ataque por fruto, (escala CARBO).

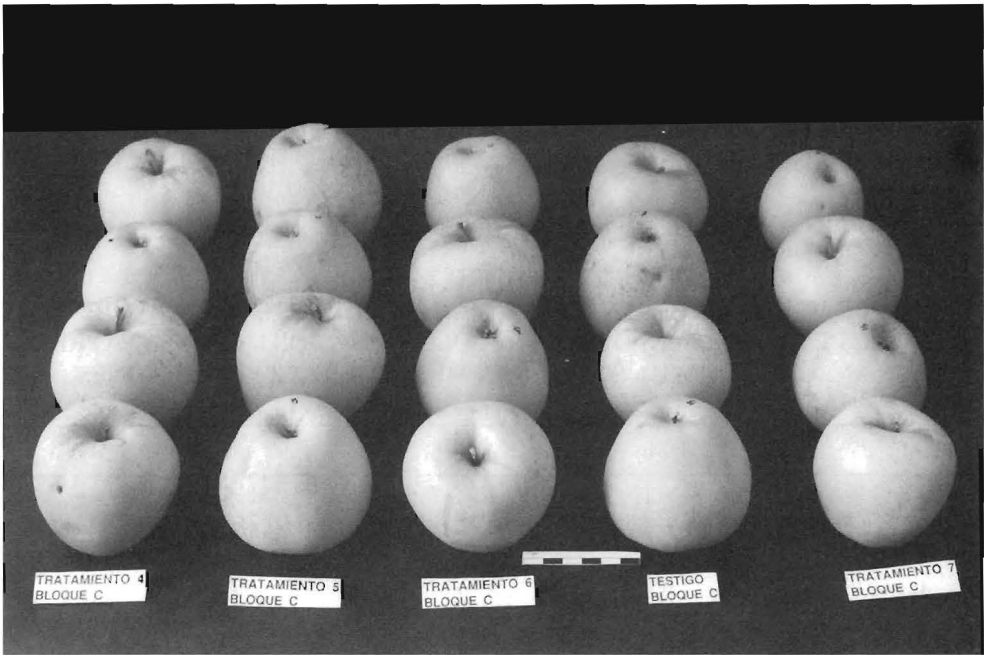


Figura 1. Manzanas tratadas a la dosis alta de calcio, en el momento de la recolección

ataque de mancha amarga o bitter pit, disminuyó prácticamente a la mitad en las manzanas tratadas con calcio, aunque los equilibrios nutricionales que se consiguieron aún no llegaron a ser los más óptimos (SHARPLES, 1980; CASERO *et al.*, 1989). En cuanto al ataque de russetting, éste se incrementa en todos los frutos que recibieron tratamiento vía foliar de calcio, produciéndose de forma más amplia en los frutos que habían recibido el tratamiento a la dosis más alta del compuesto Ca-AA.

Así, se puede concluir, que el aporte de calcio vía foliar tanto con CaCl_2 como con Ca-AA a la dosis alta, puede representar un incremento notable en los contenidos de este nutriente en los frutos, contribuyendo a aumentar la dureza de los mismos, a la reducción del número de manchas corchosas y a un mejor equilibrio de los nutrientes en el fruto, pero con el inconveniente de producirse un mayor ataque de russetting.

Agradecimientos

Se agradece a Bioibérica S.A. la financiación de los gastos generados en la realización de este ensayo, así como también la inestimable colaboración realizada por Esther Atienza y Jordi Massagués en la realización de este trabajo.

Bibliografía

- BONVALET, A., FERRAN, X., CASSASAS, E., 1986. Análisis mineral de tejido vegetal con bajo contenido en sílice. *Oleagineux*, 41 (3): 141-148.
- CARBO J. 1992. Estrategias para reducir el russetting de las manzanas Golden Delicious. *Fruticultura profesional*, 45, 5-18.
- CASERO T., GRAELL J., RECASENS, I. 1989. Relación entre calidad y contenidos minerales durante la maduración de manzanas II. Golden Delicious. *Fruticultura Profesional*, 22, 45-50.
- CHIU T. AND BOULD C. 1976. effects of shortage of calcium and other cations on Ca movility growth and nutrition disorders of tomato plants, *Lycopersicon esculentum*. *J. Sci. Fd. Ag.*, 27, 969-977.
- FAUST M. 1991. La nutrición de los árboles frutales. *Hortofruticultura* 10:39-44.
- HUGUET C. 1981. L'analyse du fruit en relation avec les maladies de conservation. *L'arbor. fruit.* 332:61-65.
- JEPPSEN R.B. 1991. Mineral supplementation in plants via aminoacid chelation. In: AC-S-Sym-Ser-Am-Chem-Soc. Washington, D.C. The Society 415: 320-331.
- MARCELLE, R.D. 1990. Predicting storage quality from preharvest fruit mineral analysis. A review. *Acta Horticulturæ* 279: 305-313.
- MULLINS G.L., SOMMERS L.E., HOUSLEY T.L. 1986. Metal speciation in xilem and phloem exudates. *Plant and Soil* 96: 377-391.
- SHARPLES R.O. 1980. The influence of orchard nutrition on the storage quality of apples and pears grown in the United Kingdom. In: Mineral nutrition of fruit trees. Butterworths. 17-28.

(Aceptado para publicación el 22 de mayo de 1996)

INFLUENCIA DE LOS SUBSTRATOS Y GELES, UTILIZADOS EN LA MICORRIZACIÓN DE *Q. ilex* L. POR *Tuber melanosporum* Vitt.

**G. Cartié Guijarro
C. Palazón Español
I. Delgado Izquierdo
J. Barriuso Vargas***

Servicio de Investigación Agraria
(S.I.A. - D.G.A.)
Apartado 727
50080 ZARAGOZA

* Escuela Universitaria Politécnica de
Huesca Ctra. Zaragoza, Km. 67.
22071 HUESCA

RESUMEN

Se analiza en este trabajo la influencia que los sustratos y geles, utilizados en el proceso de micorrización de *Q. ilex* L. mediante *T. melanosporum* Vitt., ejercen sobre la eficacia del mismo y sobre la tasa de mortalidad de las plantas. Los resultados obtenidos demuestran que existe una menor mortalidad para los sustratos más artificiales, contrariamente a lo que ocurre con la receptividad a la micorrización en la que, los sustratos más receptivos, son aquellos con una mayor proporción de tierra en su composición.

Palabras clave: *Tuber melanosporum* Vitt. *Quercus* spp., micorrización, ectomicorizas, sustratos.

SUMMARY

**INFLUENCE OF SUBSTRATES AND GELES USED ON MYCORRHIZATION
PROCESS *Q. ilex* L - *T. melanosporum* Vitt.**

On this experiment, was analyzed the influence of substrates and geles, used on mycorrhization process *Q. ilex* - *T. melanosporum*, produce on its efficiency and the mortality rates of the plants. Lower mortality rates were recordered on the most artificial substrats while mycorrhization receptivity was higher on substrats with a high rate of natural soil.

Key words: *Tuber melanosporum* Vitt., *Quercus* spp. mycorrhization, ectomycorhizas, substrats.

Introducción

La trufa (*Tuber* spp.) es un hongo hipógeo de la familia de las Tuberáceas del grupo Ascomycotina, conocido y apreciado desde la antigüedad principalmente por sus propiedades gastronómicas, llegándose a clasificar como el “diamante negro” por su alto valor culinario.

La trufa es la fructificación del micelio subterráneo del hongo que vive en contacto con las raíces de ciertos árboles, generalmente encinas y avellanos (TALOU y KULIFAJ, 1991). Esta asociación se manifiesta por medio de un órgano denominado micorriza y que puede definirse como la simbiosis biotrófica del hongo con el sistema radicular de vegetales (RODRÍGUEZ BARREAL, 1989). En dicha simbiosis el hongo recibe del árbol sustancias para su crecimiento (hidratos de carbono, aminoácidos, etc) y el árbol se ve favorecido por el hongo mediante el aporte de nutrientes minerales, a la vez que le confiere mayor resistencia a enfermedades criptogámicas y aumenta considerablemente la superficie de absorción radicular.

La micorriza de *Tuber* está constituida por un compacto entramado de hifas del hongo en torno a la raíz de la planta, de manera que esta queda recubierta por el hongo. Las hifas del hongo cubren y se introducen entre los tabiques de las células de la raíz, dando origen a la Red de Hartig, pero nunca penetran en el interior celular, por ello este tipo de micorrizas se denomina ectomicorrizas.

Cada vez es mayor el interés que despiertan los hongos micorrícicos sin lugar a duda debido a las ventajas comprobadas en la lucha contra la desertización y a la gran demanda que la sociedad de consumo está realizando hacia muchas setas comestibles

(*Boletus* spp., *Lactarius* spp.) generadas a partir de los mismos.

Aunque el proceso de micorrización se desarrolla espontáneamente en la naturaleza, también puede realizarse de modo artificial, existiendo en la actualidad plantaciones industriales de planta micorrizada para la obtención de setas comestibles.

En el caso de la trufa negra la domesticación de su cultivo ha planteado numerosas dificultades por la complejidad de los factores que influyen sobre el proceso, siendo el sustrato utilizado en la micorrización uno de los aspectos a considerar para la correcta instalación de la simbiosis. Numerosos autores (CHEVALIER, y DUPRE 1988; POITOU, 1988; PERRIN, 1993) han coincidido en la importancia de las características físico-químicas de los sustratos utilizados en la micorrización artificial de la trufa y en la gran influencia que las enmiendas orgánicas e inorgánicas tienen en la producción de planta micorrizada.

El objetivo del trabajo que aquí se expone pretende hacer una primera valoración sobre la influencia de los componentes más comunes utilizados en la elaboración de los sustratos para la producción de planta micorrizada así como la de los geles utilizados en dicho proceso.

Material y métodos

Para efectuar este ensayo se utilizaron diversos sustratos cuya composición en peso puede verse en la tabla nº 1, en la cual se puede observar que los componentes situados más a la izquierda corresponden a suelos o tierras naturales y que, a medida que progresamos hacia la derecha, los componentes son más artificiales por sí solos en

la elaboración de un suelo. Los diferentes sustratos que han resultado a partir de estos componentes difieren no solo en sus características físico-químicas sino también en algo muy importante como sus componentes bióticos.

La mezcla de los componentes de estos sustratos, se realizó en hormigonera pasando después a esterilizar el sustrato resultante en desinfectadora de suelos a 96 °C durante 60 minutos o en autoclave durante 150 minutos a 121 °C y 1 atmósfera de presión.

A los sustratos 1, 2, 3 y 4 se les añadieron 2,5 Kg de abono de liberación lenta (17-1,6 -8,7)

El material vegetal utilizado correspondió siempre a la especie *Q. ilex*, obtenida a partir de la siembra de semilla desinfectada en contenedores plásticos de base abierta enrejillada sobre un lecho de perlita previamente desinfectada y humedecida. La procedencia de esta especie fue Torre Las Arcas (Teruel).

El hongo inoculado fue *Tuber melanosporum* Vitt. de la misma procedencia anteriormente citada. Para obtener el inóculo

esporal se procedió a triturar carpóforos de trufa maduros mezclados con una cierta cantidad de agua, resultando una "papilla" que más tarde se mezclaba con un coadyuvante.

La inoculación se realizó a los tres meses de la siembra, momento en el que previamente se cortaba la extremidad de la raíz pivotante para favorecer el crecimiento de raíces secundarias.

El método utilizado para la inoculación fue el de inmersión en un gel, formado por el coadyuvante y el inóculo esporal, procediendo a sumergir la raíz de la planta en dicha suspensión y pasando después a repicarlas en sus respectivos contenedores con los diferentes sustratos. Los geles utilizados como coadyuvantes en el aporte de inóculo fueron alginato de sodio, un producto comercial compuesto por alginato y alga parda marina, y agar.

Los contenedores utilizados en el ensayo tenían una capacidad de 250 ml, eran de forma cónica con el fondo perforado, para permitir el drenaje del agua y el autorepicado de la raíz, impidiendo el enrollamiento de la misma.

TABLA Nº 1
COMPOSICIÓN EN PESO Y PH FINAL DE LOS DIFERENTES SUBSTRATOS
UTILIZADOS
WEIGHT COMPOSITION AND FINAL PH OF DIFFERENT SUBSTRATES USED

Componentes	Tierra de Aula Dei	Tierra de Peñaflo	Tierra trufera	Humin Substrat	Turba rubia	Corteza de pino	Vermiculita	Dolomita	pH
S1	71%				18%		7%	4%	8,1
S2	67%			25%			8%		7,3
S3			100%						8,38
S4					52%		41%	4%	7,91
S5		67%		25%			8%		7,95

Las plantas se mantuvieron en invernaderos climatizados mediante el sistema "cooling" con una temperatura mínima de 15° y una máxima de 25°C.

El protocolo del experimento fué el siguiente: Se inocularon 10 plantas por cada gel, en cada uno de los cinco sustratos, lo que hizo un total de 150 plantas inoculadas (3 geles x 5 sustratos x 10 plantas / gel / sustrato), reservando 5 testigos no inoculados para cada uno de los sustratos.

En el experimento se realizaron dos controles, el primero de ellos a los 2 meses de la inoculación con el recuento de plantas muertas por cada tratamiento, obteniendo de aquí los porcentajes de mortalidad. A los 8 meses se procedió al recuento de ápices micorrizados de cada planta obteniendo los porcentajes de micorrización de cada tratamiento. Con estos datos se realizó el análisis estadístico mediante el programa SAS, utili-

zando el análisis de varianza ANOVA y en aquellos casos en los que existían diferencias estadísticamente significativas, se procedía a realizar una separación de medias, utilizando el test de Duncan para un error del 5%.

Resultados

Los datos referentes a la mortalidad de las plantas dos meses después de la inoculación, han permitido detectar diferencias significativas según el sustrato utilizado, viniendo recogidas en el cuadro 1, en el que se aprecia una mayor mortalidad con el sustrato S3, precisamente aquel cuya composición era tierra trufera.

El análisis de los porcentajes de micorrización, ocho meses después de la inocula-

CUADRO 1
MEDIAS DE MORTALIDAD DE *Q. ILEX* PARA LOS DISTINTOS SUBSTRATOS Y GELES UTILIZADOS EN LA INOCULACIÓN
MORTALITY MEANS OF Q. ILEX ON THE DIFFERENT SUBSTRATES AND GELES USED ON MYCORRHIZATION

Geles Sustratos	A1	A2	A3	Testigo	Medias
S3	100%	80%	90%	20%	73% a
S1	70%	60%	50%	20%	50% b
S2	50%	80%	50%	0%	45% b
S4	50%	60%	50%	10%	43% b
S5	60%	60%	50%	0%	43% b
Medias	66% a	68% a	58% a	10% b	

* Separación de medias por Test de Duncan, nivel 5%. Para la expresión gráfica se han utilizado letras en las comparaciones. Las cifras señaladas con la misma letra no difieren significativamente.
* Means analysis by Duncan Test (p < 0,05). The figures with the same letter are not significantly different.

CUADRO 2
 MEDIAS DE MICORRIZACIÓN DE *Q. ILEX* POR *T. MELANOSPORUM* EN LOS
 DISTINTOS SUBSTRATOS Y GELES UTILIZADOS
*MYCORRHIZATION MEANS OF Q. ILEX ON THE DIFFERENT SUBSTRATES AND
 GELES USED*

	Agar	Alginato	Agrícola	Testigos	Medias	
S2	48%	46%	41%	0%	45%	a
S5	50%	32%	35%	0%	39%	a
S1	42%	28%	33%	0%	35%	a
S3	28%	MUERTAS	0%	0%	9%	b
S4	4%	5%	0%	0%	3%	b
Medias	35% a	28% ab	22% b	0% c		

* Separación de medias por Test de Duncan, nivel 5%. Para la expresión gráfica se han utilizado letras en las comparaciones. Las cifras señaladas con la misma letra no difieren significativamente.

* Means analysis by Duncan Test ($p < 0,05$). The figures with the same letter are not significantly different.

ción, muestra diferencias significativas para los sustratos y los geles utilizados en el ensayo, según el cuadro 2, en el que se aprecia como el sustrato 4, que es el más artificial, presenta un grado de micorrización menor, junto con el sustrato 3, aunque en este último es debido fundamentalmente a la elevada mortalidad registrada.

Discusión y Conclusiones

La tasa de mortalidad de las plantas de *Q. ilex* inoculadas con *T. melanosporum* se ve sensiblemente afectada por la naturaleza del sustrato utilizado, siendo precisamente la tierra de origen trufero la que provoca una mortalidad mayor, lo que puede deberse a que en este sustrato existe una flora indígena muy elevada que produce una colonización demasiado rápida, e impide que la planta pueda adaptarse a la misma, produ-

ciendo su muerte. Este fenómeno en que la relación es puramente parasítica en lugar de simbiótica, está de acuerdo con la teoría de AGRIOS (1985) que habla de la simbiosis como un caso de parasitismo, en el que en ocasiones hay un beneficio mutuo para los dos organismos. Coincidiendo con DELMAS (1979), se ha observado en diversos ensayos, la existencia de un efecto positivo en el primer momento de inoculación del hongo sobre la salud y el crecimiento del árbol, pero cuando esta micorrización se intensifica va ocupando progresivamente todo el sistema radical activo, pudiendo conllevar un crecimiento más lento del huésped. En cualquier caso, la composición del sustrato ha influido notablemente en la mortalidad de las plantas, que oscila entre el 43 y el 73 p. 100, demasiado elevada en todos los tratamientos..

Respecto a la mortalidad no se aprecian diferencias significativas para los distintos

geles, no pudiendo concluir que haya un gel que sea más inocuo para las plantas. No obstante, hay que considerar la posible acción fitotóxica de todos ellos, al diferir significativamente del testigo.

En cuanto a las tasas de micorrización, se observó que los porcentajes de micorrización son más elevados en aquellos sustratos con una mayor proporción de tierra en su composición, si bien ello obliga a extremar las medidas de desinfección de los mismos, para evitar contaminaciones de otras micorrizas indeseables. CHEVALIER (1985) a este respecto, indicó la conveniencia de utilizar sustratos lo más artificiales posibles en la micorrización de plantas en vivero para evitar problemas de contaminaciones, aunque en nuestro caso, no se han producido en ningún momento. También POITOU (1988) recalcó la importancia de que estos suelos posean un aporte mineral adecuado que favorezca el desarrollo preponderante de la micorriza que se quiere intalar, hecho que no se ha considerado en esta experiencia, al haberse incorporado en todos los tratamientos el mismo tipo de fertilizante.

Por lo que respecta a los geles utilizados parece existir un mayor grado de micorrización en el caso del agar, coadyuvante más natural, si bien con algunos sustratos (S3 y S4), los valores alcanzados distan mucho de considerarse correctos.

Los resultados obtenidos han permitido confirmar la importancia de los sustratos y la de los geles utilizados en el proceso de micorrización de *Quercus* spp. por *T. melanosporum*, para intentar conseguir tasas de

mortalidad lo más pequeñas posibles junto con elevados porcentajes de micorrización.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido subvencionado por el Instituto de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), en el marco del Programa Sectorial de I+D Agraria y Alimentaria del MAPA, Proyecto SC95-041.

Bibliografía

- AGRIOS, G.N.. 1985. Fitopatología. 756 pp. Ed. Limusa.
- CHEVALIER, G.. 1985, La mycorhization controle en pepiniere forestiere. Possibilites d'application aux conteneurs. Revue Forestiere Française, vol 37 (2). 93 - 104 pp.
- CHEVALIER, G. et DUPRE, C; 1988, Recherche et experimentation sur la truffe et la trufficulture en France. Congresso Internazionale sul tartufo: 157 - 166 pp.
- DELMAS, J.. 1979, Les truffes. La Science. vol 26. 69 - 80 pp.
- PERRIN, R., 1993. Comunicación personal.
- POITOU, N., 1988. Les sols truffiers français. Congrès International sur la Truffe. Spoleto, Italia, 391 - 396 pp.
- RODRÍGUEZ BARREAL, J.M., 1989, Importancia de la micorrización de diversas especies forestales españolas. Boletín Sanidad Vegetal, Plagas, vol 15. 33 - 41 pp.
- TALOU, T., KULIFAJ, J., 1991, Los secretos de la trufa. Mundo Científico. vol 12. 226 - 235 pp.

(Aceptado para publicación el 19 de junio de 1996)

VIROSIS DE LA BORRAJA. SUSCEPTIBILIDAD FRENTE A VIRUS EN INOCULACIÓN ARTIFICIAL

Marisol Luis Arteaga
J.M^a Álvarez Álvarez
Servicio de Investigación
Agroalimentaria D.G.A.
Apartado 727
50080 ZARAGOZA

RESUMEN

Al igual que otros cultivos hortícolas, la borraja presenta enfermedades de etiología viral. Hasta ahora han sido identificados el mosaico del pepino (CMV) y el virus de las venas amarillas del trébol (CYVV), asociados a virosis en infección natural.

Con el fin de conocer el comportamiento de la especie frente a otros virus causantes de enfermedades en especies hortícolas, y su papel potencial en la epidemiología de los mismos, se inocularon plantas de borraja, de forma mecánica en condiciones controladas, con aislados de varios virus. Se ha verificado la susceptibilidad a los virus: mosaico del tomate (ToMV) y mosaico de la alfalfa (AMV), mostrando en ambos casos síntomas de mosaico, y a moteado suave del pimiento (PMMV), marchitez del haba (BBWV) y mosaico de la lechuga (LMV), con infección latente. Los virus: manchas bronceadas del tomate (TSWV), mosaico amarillo del calabacín (ZYMV) y virus Y de la patata (PVY) no produjeron infección sistémica en borraja.

SUMMARY

VIRUS DISEASES IN BORAGE. VIRUS SUSCEPTIBILITY IN ARTIFICIAL INOCULATION

As other vegetable crops borage (*Borago officinalis* L.) is susceptible to some diseases of viral etiology. Untill now two virus have been associated to some virus-like symptoms under natural infection, namely cucumber mosaic virus (CMV) and clover yellow vein virus (CYVV).

In order to assess the species behaviour when inoculated with other viruses causing diseases on other vegetable crops, and the potential role it plays in virus epidemiology, borage plants were inoculated with different virus isolates. Susceptibility to tomato mosaic virus (ToMV) and alfalfa mosaic virus (AMV) was assesed, borage plants showing mosaic symptoms. The species appeared to be also susceptible to pepper mild mottle virus (PMMV), broad bean wilt virus (BBWV) and lettuce mosaic virus (LMV) showing latent infection. Tomato spotted wilt virus (TSWV), zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) and potato virus Y (PVY) did not produce any systemic reaction when artificially inoculated into borage.

Introducción

La borraja (*Borago officinalis* L.) es un cultivo hortícola característico del Valle medio del Ebro, donde se localiza hasta el 90% de la superficie cultivada de esta especie en toda España, y que COTRINA (1991) cifra en 500 ha, la mayoría de ellas en la provincia de Zaragoza.

En los últimos años ha alcanzado un desarrollo considerable el cultivo de esta especie en ciclo de invierno-primavera bajo invernadero, pudiendo decirse que es un cultivo básico dentro de las alternativas en los invernaderos de Aragón (Prol, 1992 a y b). A esta intensificación del cultivo es previsible que corresponda una agudización de sus problemas, en especial de los patológicos, y en este sentido hay que citar la identificación del virus del mosaico del pepino (CMV) como causante de mosaico, deformación y asimetría en hojas así como reducción del crecimiento (LUIS ARTEAGA *et al.*, 1988). Más recientemente se ha identificado al virus de las venas amarillas del trébol (CYVV) como causante de síntomas del tipo de mosaico severo y deformación en hojas (LUIS ARTEAGA *et al.*, 1996).

Dado que, como se ha dicho, la borraja forma parte importante de las rotaciones de cultivos y que otros cultivos hortícolas que intervienen en estas rotaciones presentan enfermedades de etiología viral, en ocasiones con niveles de infección muy elevados, consideramos de interés conocer si la borraja es susceptible a la infección por otros virus de especies hortícolas y también si de forma natural es infectada por virus específicos o comunes con otros cultivos, pudiendo intervenir en el ciclo epidemiológico de los mismos.

Por ello, se hicieron observaciones en cultivos comerciales y experimentales, con

el fin de determinar la presencia de virosis y su etiología, y se llevaron a cabo una serie de inoculaciones artificiales con aislados españoles de virus procedentes de otras especies hortícolas. Los resultados obtenidos se resumen a continuación.

Material y métodos

a) Prospección de virosis

Durante 1993 y 1994 se hicieron observaciones en cultivos experimentales y comerciales.

En 1993 se observó la sintomatología en una parcela experimental cultivada en primavera al aire libre, en el Servicio de Investigación Agroalimentaria (SIA) (Montañana - Zaragoza), y se recogieron muestras para verificar la posible etiología viral, sobre plantas aparentemente sanas y con síntomas típicos o dudosos de virosis. Se recogieron un total de 16 muestras, siete tomadas al azar entre las plantas aparentemente sanas, tres sobre plantas con mosaico dudoso (decoloraciones en hojas apicales) y seis sobre plantas con síntomas característicos de virosis.

También se analizaron muestras procedentes de plantas de un cultivo de verano para obtención de semilla, ubicado en Valencia, de plantas nacidas espontáneamente en otoño en el SIA a partir de semillas de las plantas del cultivo de primavera y de un invernadero comercial ubicado en Montañana (Zaragoza) en el que algunas plantas presentaban posibles síntomas de virosis.

En 1994 se realizaron observaciones de sintomatología y recogida de muestras en cultivos experimentales situados al aire

CUADRO 1
RELACIÓN DE ESPECIES VEGETALES Y SÍNTOMAS (LOCALES Y SISTÉMICOS)
OBTENIDOS EN LAS INOCULACIONES A PARTIR DE PLANTAS DE BORRAJA,
CON SÍNTOMAS DE TIPO VIRAL, PROCEDENTES DE UNA PARCELA
EXPERIMENTAL CULTIVADA EN 1993
*SYMPTOMS (LOCAL AND SYSTEMIC) SHOWN BY DIFFERENT PLANT SPECIES
AFTER INOCULATIONS WITH LEAF SAP FROM BORAGE PLANTS FROM AN
EXPERIMENTAL PLOT SHOWING VIRUS-LIKE SYMPTOMS IN 1993*

Familia Especie	Reacción local	Reacción sistémica
Aizoaceae		
<i>Tetragonia expansa</i> Murr.	llc	0
Amaranthaceae		
<i>Gomphrena globosa</i> L.	0	0
Apocinaceae		
<i>Vinca rosea</i> L.	0	0
Boraginaceae		
<i>Borago officinalis</i> L.	0	Mo
Compositae		
<i>Lactuca sativa</i> L. Kwick	0	0
Cucurbitaceae		
<i>Cucumis melo</i> L. Galia	0	0
<i>C. sativus</i> L. Marketer	0	0
<i>Cucurbita pepo</i> L. F ₁ Diamante	0	0
Chenopodiaceae		
<i>Chenopodium amaranticolor</i> Coste & Reyn	lln	Sn
<i>C. quinoa</i> Willd	lln	lln
Labiatae		
<i>Ocimum basilicum</i> L.	0	0
Leguminosae		
<i>Phaseolus vulgaris</i> L. Pinto	lln	Mo
<i>Vicia faba</i> L.	0	Mo
<i>Vigna unguiculata</i> L. (Walp)	0	0
Solanaceae		
<i>Capsicum annuum</i> L. Doux des Landes	0	0
<i>C. annuum</i> L. Yolo Wonder	0	0
<i>Datura stramonium</i> L.	0	0
<i>Nicotiana glutinosa</i> L.	0	0
<i>N. megalosiphon</i> Herck & Muell	0	0
<i>N. tabacum</i> L. Paraguay	0	0
Samsun	Rsn	0
Xanthi nc	Rsn	0
<i>N. clevelandii</i> Gray	llc-n	Mo
<i>Petunia hybrida</i> Vilm.	0	0
<i>Physalis floridana</i> Rybd.	0	0

c = clorótico

Rs = manchas anulares

ll = lesiones locales

S = manchas

Mo = mosaico

0 = sin reacción

n = necrótico

libre (SIA) y en invernadero (SIA y Escuela de Capacitación Agraria de Movera-Zaragoza) y en un cultivo comercial en invernadero (Montañana). Se estudiaron un total de 7 muestras. También se analizó una muestra procedente de un invernadero comercial de Zaragoza.

El diagnóstico se llevó a cabo mediante transmisión por inoculación mecánica a especies indicadoras, cultivadas en invernadero de ambiente controlado (Cuadro 1), y mediante análisis serológicos.

b) Comportamiento de la borraja en inoculación artificial

Se utilizaron aislados de los siguientes virus: mosaico de la alfalfa (AMV), marchitez del haba (BBWV), CMV, mosaico de la lechuga (LMV), moteado suave del pimiento (PMMV), virus Y de la patata (PVY), mosaico del tomate (ToMV), manchas bronceadas del tomate (TSWV) y mosaico amarillo del calabacín (ZYMV). La relación de aislados figura en el Cuadro 2. Previamente a su utilización, los aislados virales fueron multiplicados en especies con reacción sistémica, las cuales sirvieron como fuente de inóculo.

En las inoculaciones, además de borraja, se incluyó la gama de especies indicadoras específica para cada virus (Cuadro 3) con el fin de verificar su identidad y detectar posibles contaminaciones.

c) Preparación del inóculo, inoculación y observación de síntomas

Todas las inoculaciones artificiales, tanto para detección de virus como para estudiar la reacción de la borraja a aislados de virus conocidos, se hicieron de forma mecánica

utilizando extractos vegetales a dilución 1/5. Se prepararon triturando el tejido foliar en una solución 0.03M de Na_2HPO_4 conteniendo 0,2% de dietilditiocarbonato de sodio. Se utilizó carborundo como abrasivo y carbón vegetal activado como adsorbente contra sustancias inhibidoras de infección, ambos a razón de 75 mg/ml.

A partir del tercer día de la inoculación, se hicieron observaciones cada 3-4 días para verificar la aparición de reacciones locales y/o sistémicas en las plantas inoculadas. Tres semanas después de la inoculación se hicieron retroinoculaciones a partir de las plantas de borraja inoculadas, para verificar la existencia de infección latente y/o la identidad del virus implicado, utilizando la gama de especies indicadoras específica para cada virus.

Resultados y discusión

a) Sintomatología

En la parcela experimental cultivada al aire libre en 1993 en el SIA, aparecieron plantas distribuidas por toda la parcela que mostraban mosaicos foliares severos, con áreas de color verde oscuro, verde claro y marrón, reducción del tamaño, deformación y asimetría del limbo (Figura 1). Esta sintomatología era diferente de la observada y descrita en un trabajo previo como causada por CMV (LUIS ARTEAGA *et al*, 1988). Además, algunas plantas mostraban alteraciones del color en las hojas apicales.

En el cultivo para semilla algunas plantas mostraron crecimiento escaso con aspecto achaparrado, las hojas deformes, rizadas, con los nervios encogidos y los limbos asimétricos.

CUADRO 2

RELACIÓN DE VIRUS, Y AISLADOS DE CADA UNO DE ELLOS, UTILIZADOS EN INOCULACIONES ARTIFICIALES DE PLANTAS DE BORRAJA. N° DE PLANTAS INOCULADAS, N° DE PLANTAS CON SÍNTOMAS Y N° DE PLANTAS CON INFECCIÓN LATENTE

VIRUSES AND VIRUS ISOLATES, USED IN ARTIFICIAL INOCULATIONS OF BORRAGE PLANTS. N° OF INOCULATED PLANTS, N° OF SYMPTOMATIC PLANTS AND N° OF PLANTS WITH LATENT INFECTION

Virus	Aislado	N.º Plantas inoculadas	N.º Plantas con síntomas	Infección latente (n.º plantas)
AMV	T-4-92	5	3 Mo Sy	+
	T-6-92	5	5 Mo Sy	+
	T-9-92	5	5 Mo Sy	+
BBWV	P-26-90	8	0	+(4)
	P-24-91	7	0	+(3)
	P-26-93	4	0	+(1)
	P-25-95	8	0	+(5)
	P-33-95	8	0	+(4)
CMV	T-14-91	6	5 Mo DF	+
	Bo-17-93	10	8 Mo DF	+
	Bo-19-93	6	4 Mo DF	+
	Bo-8-94	4	4 Mo DF	+
LMV	L-1-92	16	0	+(16)
PMMV	P-3-90	18	0	+(18)
PVY	P-62-81	12	0	-(12)
	P-27-86	2	0	-(2)
	P-22-88	6	0	-(6)
	T-7-88	2	0	-(2)
ToMV	T-17-90	29	29 Mo grave	+
TSWV	P-85-90	6	0	-(6)
	T-14-91	2	0	-(2)
ZYMV	C-3-86	6	0	-(6)

Mo= mosaico

y= amarillas

DF= deformación foliar

+= Virus detectado por retroinoculación

S= manchas

-= Virus no detectado por retroinoculación

Entre las plantas espontáneas crecidas en otoño, en las proximidades de la parcela experimental, una de ellas mostró las hojas apicales con los bordes enrollados hacia arriba y hacia adentro, con reducción del tamaño del limbo y mosaico (Figura 2).

En 1994 no se observaron síntomas claros de virosis ni similares a los del año anterior ni atribuibles a CMV. Únicamente deformaciones en hojas apicales y manchas de color verde claro-verde oscuro con apariencia de mosaico poco evidente.



Figura 1. Síntomas observados sobre plantas de borraja en una parcela experimental durante la primavera de 1993. Mosaico, deformación y reducción del crecimiento en hojas
Symptoms on borage plants from an experimental plot in the spring 1993. Mosaic, deformation and growth reduction of leaves



Figura 2. Síntomas en una planta de borraja espontánea. Planta achaparrada con enrollamiento de los bordes de las hojas y mosaico suave
Symptoms on a spontaneous grown borage plant. Stunting, rolling of leaf margins, and mild mosaic

CUADRO 3
RELACIÓN DE ESPECIES VEGETALES Y REACCIONES MANIFESTADAS POR LAS MISMAS EN LAS INOCULACIONES
Y RETROINOCULACIONES CON CADA UNO DE LOS VIRUS UTILIZADOS
*REACTIONS SHOWN BY DIFFERENT PLANT SPECIES AFTER INOCULATION AND BACKINOCULATION WITH DIFFERENT
VIRUSES*

Familia y especie	VIRUS INOCULADOS								
	AMV	BBWV	CMV	LMV	PMMV	PVY	ToMV	TSWV	ZYMV
Amaranthaceae									
<i>Gomphrena globosa</i> L.	0/MoSy	o/Mo	lln/(Mo)	lln/0	—	—	—	—	lln/0
Apocinaceae									
<i>Vinca rosea</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	lln/Mo	—
Borraginaceae									
<i>Borago officinalis</i> L.	0/MoSy(+)	0/0(+)	0/Mo(+)	0/0(+)	0/0(+)	0/0(-)	0/Mo(+)	0/0(-)	0/0(-)
Compositae									
<i>Lactuca sativa</i> L. Kwick	—	—	—	0/Mo	—	—	—	0/Mo N	—
Cucurbitaceae									
<i>Cucumis sativus</i> L. 'Marketer'	llc/(Mo)	0/0	(llc)/Mo	0/0	0/0	0/0	0/0	lln	0/Mo
<i>Cucurbita pepo</i> L. 'Diamante F	—	0/0	(llc)/Mo	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/Mo
Chenopodiaceae									
<i>Chenopodium amaranticolor</i>									
Coste & Reyn	lln/Mo	llc-n/Mo	Dtn/0	llc-n/Mo	lln/0	lln/0	lln/(Mo)	lln/0	llc-n/0
<i>C. quinoa</i> Willd	lln/Mo	llc-n/Mo	lln/(Mo)	llc-n/Mo	lln/0	lln/0	lln/0	lln/0	llc-n/0
Labiatae									
<i>Ocimum basilicum</i> L.	0/MoSy	0/Mo	0/(Mo)	—	—	—	—	0/(Mo)	—
Leguminosae									
<i>Vigna unguiculata</i> L.(Walp)	lln/(Mo)	llc/Mo	lln/0	0/0	0/0	0/0	0/0	(llc-n)/(Mo)	0/0
Solanaceae									
<i>Datura stramonium</i> L.	0/(Mo)	Rsc-n/0	(llc)/(Mo)	—	lln/0	0/0	lln/0	lln/MoN	—
<i>Nicotiana glutinosa</i> L.	(lln)/MoN	—	0/Mo	0/0	lln/0	0/Mo	lln/0	lln/MoN	0/0
<i>N. megalosiphon</i> Heurck & Muell	—	0/Mo etch	0/Mo	—	—	0/Mo	—	—	—
<i>N. rustica</i> L.	—	—	0/Mo	—	—	0/Mo	0/Mo	lln/MoN	—
<i>N. tabacum</i> L.									
'Paraguay'	—	—	0/Mo	—	lln/0	0/Mo	lln/0	lln/MoN	—
'Samsun'	—	—	0/Mo	—	0/0	0/Mo	0/Mo	lln/MoN	—
'Xanthi nc'	(lln)/MoN	0/0	0/Mo	0/0	lln/0	0/Mo	lln/0	lln/(MoN)	0/0
<i>N. clevelandii</i> Gray	—	0/Mo	0/Mo	0/0	0/Mo	0/Mo	0/MoN	—	—
<i>Petunia hybrida</i> Vilm.	0/Mo	0/Mo	0/Mo	—	0/Mo	0/Mo	lln/0	lln/0	—
<i>Physalis floridana</i> Rydb	0/MoSy	0/Mo	0/Mo	—	0/Mo	0/Mo	0/Mo	—	0/0

Dt= punto
-c= cloróticoclorosis
etch= grabado necrótico
Rs= manchas anulares
—= especie no inoculada

0= sin síntomas
ll= lesiones locales
S= manchas
(+)= virus recuperado por retroinoculación

/= línea fracción: Numerador: reacción local
Denominador: reacción sistémica
Mo= mosaico
y= amarillo
(-)=virus no recuperado por retroinoculación

n,N= Nnecrótico, necrosis
()= la reacción no aparece siempre

b) Detección e identificación de virus

En las muestras recogidas en la parcela experimental cultivada al aire libre en 1993 se obtuvieron los siguientes resultados. Las inoculaciones realizadas a partir de las muestras tomadas sobre plantas aparentemente sanas (3 muestras), y sobre plantas con alteraciones suaves del color en hojas apicales (7 muestras), no produjeron reacción alguna en las especies indicadoras inoculadas. A partir de las plantas que mostraron síntomas típicos de virosis (Figura 1) se obtuvieron reacciones en la gama de especies indicadoras utilizada y se reprodujeron sobre plantas de borraja síntomas similares a los de las plantas del campo (Figura 3). Los resultados obtenidos están resumidos en el Cuadro 1 y son diferentes a los que producen otros virus de especies hortícolas manejados previamente en nuestro laboratorio (PVY, PMMV, ToMV, CMV, AMV, BBWV, LMV, ZYMV, WMV-2, TSWV). Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la caracterización biológica sobre especies indicadoras (Cuadro 1), la transmisión experimental por el áfido *Myzus persicae* por el modo no-persistente y la comparación de las secuencias del gen de la proteína de la cápsida y del extremo 3' del ARN viral con las secuencias de otros virus del grupo Potyvirus, el virus implicado ha sido identificado como un aislado del virus de las venas amarillas del trébol (clover yellow vein virus - CYVV) (LUIS ARTEAGA *et al.*, 1996), que no había sido señalado con anterioridad a dicha fecha en España, ni en borraja ni en otras especies.

Las muestras procedentes del cultivo para semilla y de la planta espontánea produjeron las reacciones características del CMV, que aparecen resumidas en el Cuadro 3, y en ambos casos se obtuvieron síntomas sistémicos en las plantas de borraja inclui-

das en la gama de especies indicadoras (Figura 4).

En los análisis realizados durante 1994 no hubo reacción sobre las especies indicadoras en ninguna de las 7 muestras procedentes de cultivos experimentales y comerciales de Montañana y Movera, las cuales no presentaban síntomas característicos de virosis, sino únicamente dudosos; solamente una muestra procedente de un invernadero comercial de Zaragoza produjo reacciones atribuibles a CMV.

c) Comportamiento frente a virus inoculados artificialmente

En el Cuadro 2 se resumen los resultados obtenidos en las inoculaciones mecánicas de plantas de borraja con varios aislados de diferentes virus.

Entre los nueve virus utilizados, tres de ellos (AMV, CMV y ToMV) produjeron infecciones sistémicas con síntomas netos en las plantas, muy evidentes en el caso de ToMV y CMV y suaves en el caso de AMV (Figuras 4 y 5). En los tres casos, el virus fue recuperado mediante retroinoculación a partir de las plantas de borraja. Los síntomas de mosaico y deformación foliar producidos por ToMV y CMV aparecieron a los 10-15 días de la inoculación y permanecieron visibles sobre todas las hojas de las plantas, mientras que las plantas inoculadas con AMV mostraron mosaico sistémico en forma de manchas de color amarillo vivo, típicas de dicho virus en otras especies sensibles, en las hojas desarrolladas durante 2-3 semanas a partir de la inoculación, y cesaron de aparecer en las hojas desarrolladas posteriormente.

BBWV, LMV y PMMV no produjeron síntomas visibles en las plantas inoculadas,

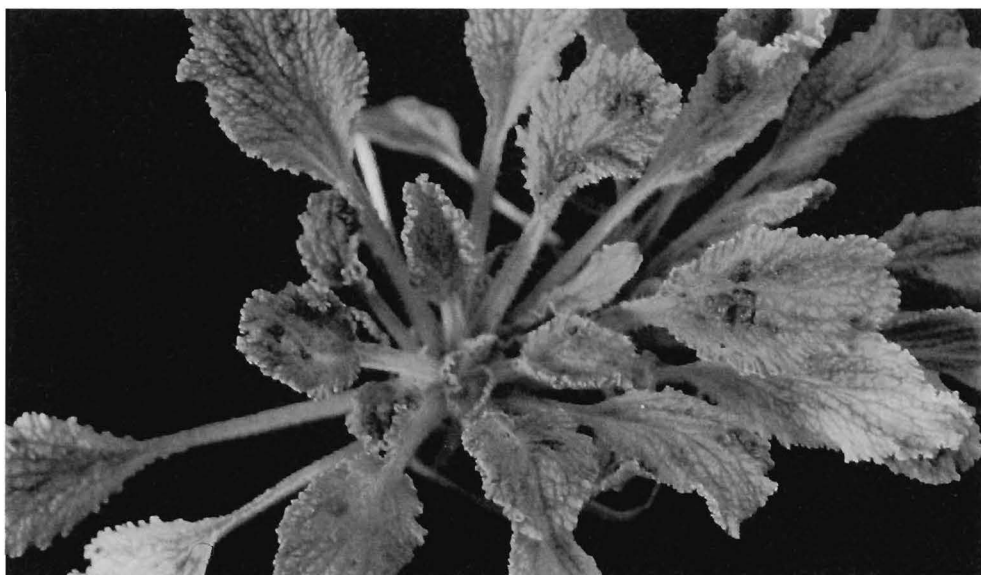


Figura 3. Síntomas obtenidos en plantas de borraja por inoculación artificial con extractos de las plantas enfermas en la primavera de 1993

Symptoms on borage plants inoculated with leaf sap from diseased plants in the spring 1993

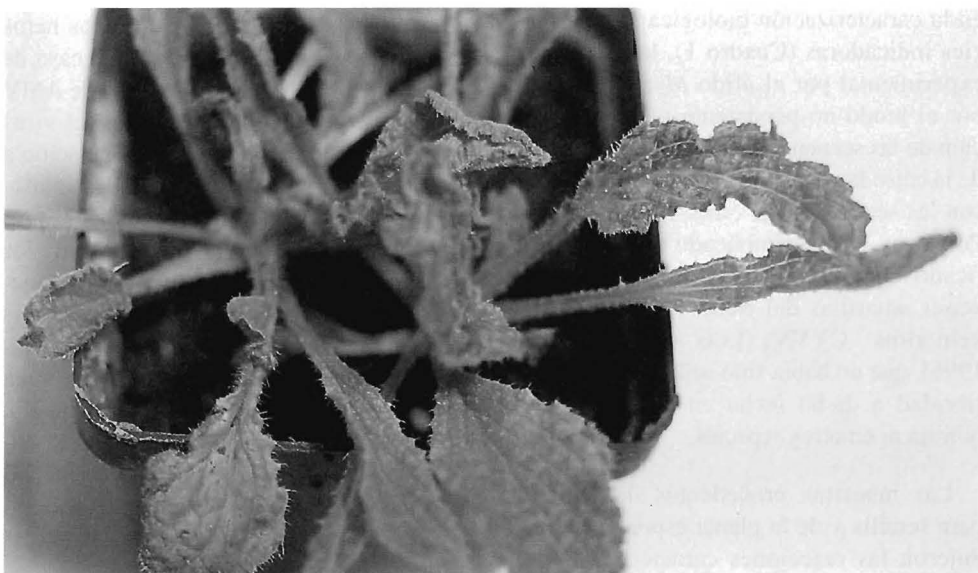


Figura 4. Síntomas sistémicos obtenidos en plantas de borraja inoculadas con aislados de CMV

Systemic symptoms on borage plants experimentally inoculated with CMV isolates

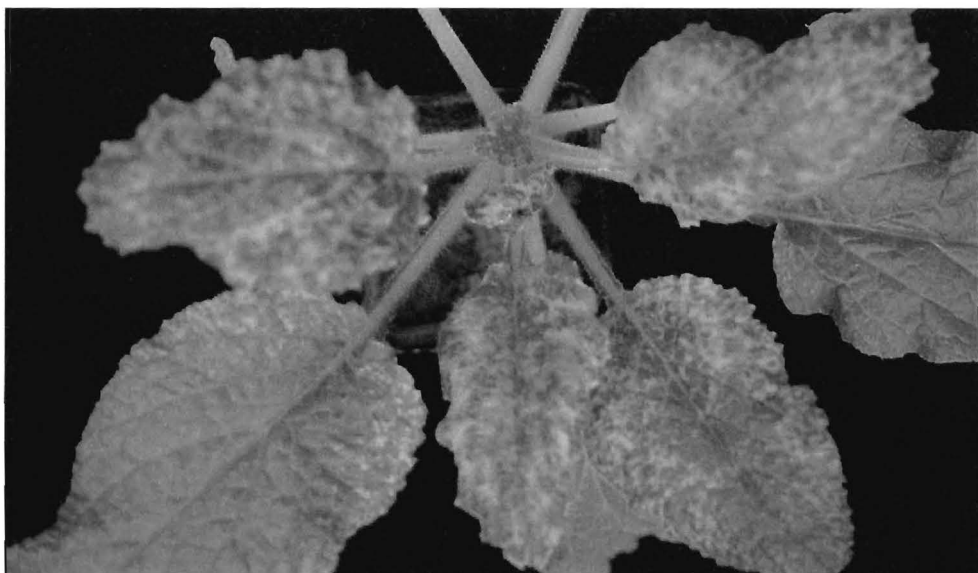


Figura 5. Síntomas sistémicos obtenidos en plantas de borraja inoculadas artificialmente con aislados del virus del mosaico del tomate (A) y del virus del mosaico de la alfalfa (B)
Systemic symptoms on borage plants that have been artificially inoculated with tomato mosaic virus (A) and alfalfa mosaic virus (B) isolates

pero los virus fueron recuperados por retroinoculación a partir de todas o la mayoría de las plantas de borraja inoculadas, dependiendo del virus (Cuadro 2).

En las inoculaciones con PVY, TSWV y ZYMV no se obtuvieron síntomas sobre las plantas de borraja ni fueron recuperados los virus en las retroinoculaciones realizadas, por lo que aparentemente, al menos con el método utilizado, no son capaces de infectar borraja.

El Cuadro 3 recoge la relación de especies indicadoras utilizadas en las inoculaciones artificiales, incluida la borraja, y las reacciones mostradas por las mismas con los virus utilizados.

Conclusiones

La planta de borraja, en las condiciones de cultivo observadas, presenta cierta tendencia a mostrar manchas y decoloraciones en tonos verde claro-verde oscuro, fundamentalmente en las hojas apicales, que tienden a desaparecer a medida que éstas crecen y que pueden ser atribuidas erróneamente a virosis.

Los virus CMV y CYVV han sido encontrados en la naturaleza asociados a enfermedades en borraja.

Los virus ToMV y AMV, en inoculación artificial, son capaces de infectar de forma

sistémica a borraja; ToMV produce síntomas graves y AMV síntomas suaves.

Los virus PMMV, BBWV y LMV pueden llegar a infectar la borraja de forma latente (sin síntomas aparentes, pero el virus se recupera por retroinoculación).

Los virus PVY, TSWV y ZYMV no parecen ser capaces de infectar la borraja de forma sistémica.

Bibliografía

- COTRINA F., 1991. Campos de ensayo sobre marcos de plantación en borraja. Surcos de Aragón, 31, 11-13.
- LUIS ARTEAGA M., RODRÍGUEZ CEREZO E., MAISTRO C., GARCÍA-ARENAL F., 1988. Detection and characterization of an isolate of cucumber mosaic virus (CMV) infecting borage (*Borago officinalis*) in Spain. Plant Disease, 72, 265-267.
- LUIS ARTEAGA M., GARCÍA-ARENAL F., RODRÍGUEZ CEREZO E., 1996. Characterization of a strain of clover yellow vein potyvirus infecting borage (*Borago officinalis* L.) in Spain. Plant Pathology, 45, 38-44.
- PROL J.M., 1992a. La horticultura de invernadero en Aragón (I). Surcos de Aragón, 34, 10-21.
- PROL J.M., 1992b. La horticultura de invernadero en Aragón (II). Surcos de Aragón, 35, 28-33.

(Aceptado para publicación el 21 de junio de 1996)

INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE CULTIVO SOBRE EL MICROCLIMA EN PLANTACIONES DE OLIVAR

M. Pastor

J. Castro

Departamento de Olivicultura

C.I.F.A. de Córdoba

Dirección General de Investigación Agraria

Junta de Andalucía

Apartado 4240. 14080 - CÓRDOBA

RESUMEN

Se han medido las temperaturas del suelo y del aire en un olivar con sistemas laboreo (L), no-laboreo con suelo desnudo (NLD) y cubierta de cereal con siega química (CC), asimismo se caracterizaron dos períodos de heladas y se siguió la evolución fenológica de los olivos. El ensayo se llevó a cabo en un olivar de la provincia de Córdoba (España).

El régimen de temperaturas del aire se ha visto modificado; durante las horas de sol las temperaturas máximas se han registrado en las parcelas con CC, mientras que durante la noche en NLD las temperaturas fueron mayores que en L y CC, sistema en el que se observaron las temperaturas mínimas absolutas. La presencia de restos vegetales sobre la superficie influyó negativamente sobre el régimen de heladas, observándose también en CC las heladas más intensas. El suelo en CC suele estar más frío que los suelos sin cubierta vegetal (L y NLD). En NLD el hecho de estar la superficie del suelo compactada y sin hierba, determina una mayor conductividad térmica, por lo que durante el día se acumula mayor cantidad de calor, que luego es devuelto a la atmósfera durante la noche, por lo que la temperatura ambiente a partir de la puesta de sol es mayor que en los otros sistemas de cultivo.

La temperatura del aire parece tener una mayor influencia que la del suelo sobre la actividad vegetativa de los árboles, observándose adelantos en la fenología para los olivos con CC.

Palabras clave: Temperatura suelo, Temperatura aire, Olivo, No-laboreo, Cubierta vegetal de cereal, Laboreo, Heladas.

SUMMARY

EFFECT OF SOIL MANAGEMENT SYSTEM IN OLIVE ORCHARD MICROCLIMATE

Soil and air temperatures were monitored during one year in an olive orchard in Cordoba (Southern Spain) with three soil management systems (L = Tillage, NLD = Non-tillage with bare soil and CC = Cereal cover crops with chemical mowing). Hourly temperature data were collected during two frost periods.

The air temperature regime was modified by the soil management systems. During the day the maximum air temperatures was recorded in CC, while during the night, air temperatures in NLD were greater than temperatures in L and CC. Minimum

absolute air temperatures was registered in CC, thus the frost was more intense in this treatment. Soil in CC was usually cooler than in L and NLD. Soil surface in NLD was compacted and without organic residues, therefore thermal conductivity was higher and the soil was capable to accumulate more heat. This heat returned to the orchard atmosphere in the night, favouring a higher air temperature in NLD in comparison with other soil management systems.

The air temperature appeared to have more influence than the soil temperature on the phenology of olives trees, observing a higher flower bud development rates for the olive trees under CC.

Key Words: Soil temperature, Air temperature, Olives orchard, No-tillage, Cereal cover crops, Tillage, Frost.

Introducción

Los sistemas de manejo del suelo afectan al cultivo, pudiendo modificar las temperaturas del aire y del suelo en el que vegeta la plantación (NEILSEN *et al.*, 1986; GLENN y WELKER, 1987).

La temperatura del aire afecta al crecimiento vegetativo del árbol, así como a la tasa de fotosíntesis y transpiración, siendo las temperaturas óptimas de crecimiento de la parte aérea de la planta superiores a las del sistema radical (WESTWOOD, 1982; MEAGHER y MEYER, 1990). En el desarrollo de las yemas, parece tener una mayor importancia la temperatura del aire que la temperatura del suelo explorado por las raíces (HAMMOND y SCELEY, 1978, citados por HOGUE y NEILSEN, 1987).

La temperatura del suelo juega un papel importante en la intensidad y duración del crecimiento de los cultivos, afectando al crecimiento y desarrollo del sistema radical (ASTON y FISCHER, 1986; BELDING y YOUNG, 1987), a la velocidad de absorción de agua y nutrientes, en especial el P (PAYNE y GREGORY, 1992), a la nitrificación y, por lo tanto, a la disponibilidad de nitratos en el suelo (HAYNER y GOH, 1980), a la degradación de pesticidas en el terreno (UNGER,

1988), a la producción de metabolitos y almacenamiento de carbohidratos por la planta, a la elongación celular, e indirectamente a la fotosíntesis, transpiración y respiración (CORNILLON, 1980, VOORHEES *et al.*, 1981). La temperatura del suelo afecta igualmente al desarrollo y expansión de las hojas, a la producción de materia seca, a la relación parte aérea-raíz, y a la floración y rendimiento útil del cultivo (PAYNE y GREGORY, 1992).

La temperatura del suelo depende de factores tales como, su microtopografía, contenido de humedad, y del grado de compactación del terreno (WIERENGA *et al.*, 1982). Otros factores importantes son el tipo de cultivo y la cobertura natural o artificial, así como el sistema de cultivo empleado (NEILSEN *et al.*, 1986). En un olivar, con un bajo porcentaje de suelo cubierto por la copa, el sistema cultivo debe tener, lógicamente, una gran importancia sobre el régimen térmico de la plantación.

La presencia de un manto vegetal, sobre la superficie del suelo influye sobre la temperatura de este, reduciendo la cantidad de radiación solar directa que llega al terreno, al tiempo que la cubierta refleja una gran cantidad de radiación a la atmósfera, al

tener la cubierta un albedo superior al del suelo desnudo (PHILLIPS, 1986). Por otro lado, la cubierta debe reducir las pérdidas de radiación de onda larga emitida por el suelo. Las cubiertas, por tanto, actúan como aislantes modificando la temperatura de la capa más superficial del suelo, al modificar la cantidad de radiación recibida o emitida por la superficie, así como la forma en que se disipa. El flujo de calor a través de la cubierta es fundamentalmente convectivo, por lo que el efecto de la cubierta sobre la temperatura del suelo no se debe tanto al cambio en la conductividad térmica del terreno, como al efecto "pantalla" de la cubierta. Un suelo bajo cubierta se enfría y calienta más lentamente que un suelo desnudo, por lo que la cubierta puede reducir el enfriamiento en profundidad en los períodos fríos, y el calentamiento excesivo durante los meses de verano (LANINI *et al.*, 1990).

Los sistemas de cultivo, al modificar el régimen térmico del suelo, influyen sobre las temperaturas del aire de la plantación (CRUSE *et al.*, 1982). En olivar se observó mayor temperatura ambiente en parcelas de olivar sometidas a no-laboreo con suelo desnudo que en las labradas (PASTOR, 1991). La temperatura del aire durante el ciclo diario está muy relacionada con la temperatura de la superficie del suelo, con ajustes estadísticos diferentes según el sistema de cultivo empleado (UNGER, 1988). Según LANINI *et al.* (1990), en parcelas con cubierta vegetal el calentamiento del aire durante las mañanas es más lento, acelerándose el enfriamiento durante la tarde.

Los sistemas de cultivo afectan a las temperaturas nocturnas, teniendo una gran importancia durante las noches despejadas de invierno y primavera en las que se producen heladas de radiación (LANINI *et al.*, 1990). En los suelos sin cubierta vegetal las temperaturas nocturnas del aire suelen ser

mayores, debido a que durante el día el terreno desnudo absorbe más calor, cediéndolo en mayor cuantía y con más facilidad a las capas bajas del aire durante la noche, ya que la cubierta atrapa la radiación terrestre de onda larga (GARCÍA CAMARERO *et al.*, 1980; LO GUIDICE, 1983; BRECHBULER, 1986; HEINZLE, 1986; PAYNE y GREGORY, 1992).

No todos los tipos de cubierta producen idénticos efectos negativos en las noches de heladas, habiéndose observado como una cubierta segada a ras de suelo produce un efecto menos negativo (HAMER, 1975, citado por HOGUE y NEILSEN, 1987).

Un suelo mantenido libre de vegetación, húmedo y compactado, es el que puede almacenar mayor cantidad de calor, por lo que en las noches de invierno el descenso de la temperatura es menor, mostrándose esta técnica como un método eficaz para reducir los daños ocasionados por el frío en las plantaciones arbóreas (BEAR 1970; CORNILLON, 1980).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el microclima del olivar con sistemas de manejo de suelo de L, NLD y CC.

Material y métodos

El trabajo se ha llevado a cabo en la finca Alameda del Obispo (Córdoba) (Long. 4051' Lat 37051'), en un suelo *Xerofluvent típico*, que tiene una textura franco-arcillo-arenosa, pH 8,2 y contenido en carbonatos 38 %, con 1,4 % de materia orgánica.

El olivar objeto de estudio es del cv. 'Picual', plantado en 1976, utilizándose un marco de plantación de 6 x 6 m. El ensayo de sistemas de cultivo fue puesto en marcha en el año 1983, empleándose tres sistemas

diferentes, con un diseño estadístico en bloques al azar y cuatro repeticiones por cada tratamiento del suelo. Las parcelas elementales tienen 12 olivos cada una, 12 x 18 m, rodeadas por una línea guarda de 6 m.

Los sistemas de manejo del suelo empleados fueron los siguientes: laboreo convencional (L), realizándose 4 a 5 labores anuales empleándose aperos como el cultivador o la grada de discos; no-laboreo con suelo desnudo (NLD), controlándose las malas hierbas con aplicaciones del herbicida residual simazina (3 kg m.a./ha) en otoño, aplicándose en primavera glifosato (0,54 l m.a./ha) para controlar la vegetación que ha escapado al tratamiento otoñal; y cubierta vegetal de cereal segado químicamente (CC), sembrando anualmente cebada (*Hordeum vulgare*, L.) en octubre tras una labor superficial, realizándose la siega química en la última semana del mes de marzo empleando el herbicida glifosato, técnica puesta a punto por VAN HUYSSTEEN y VAN ZYL (1984), y adaptada al cultivo del olivar por CASTRO *et al.* (1992).

En el sistema CC el suelo permaneció con cubierta viva desarrollada desde diciembre a marzo, y con la paja seca 15 días después del tratamiento herbicida, es decir desde abril a septiembre, mes en el que se labró superficialmente el terreno para sembrar de nuevo la cubierta, ruleándose a continuación, por lo que el suelo permaneció semicompactado y con escasa cantidad de restos vegetales durante el período octubre-noviembre.

Los trabajos de campo fueron realizados durante los años 1986, 1987 y 1988, realizándose las medidas en dos de las cuatro repeticiones del ensayo, situadas en una zona totalmente llana, no tomándose datos en los otros dos bloques por estar situados a

diferente cota topográfica, lo que podría distorsionar los resultados obtenidos.

La temperatura del suelo se midió en cuatro días representativos correspondientes a cada una de las tres estaciones climatológicas del año: invierno (18-19 diciembre de 1986), primavera (14-15 mayo 1987), verano (2-3 julio de 1986) y otoño (28-29 octubre de 1986). Para ello, se eligieron cuatro puntos por cada sistema de cultivo, ubicados en el centro del cuadrado formado por cuatro olivos, en donde el sombreado del suelo por la copa de los olivos a lo largo del día es mínima. Las medidas se efectuaron en la superficie, a las profundidades 3, 8, 23, 38 y 53 cm, y en días totalmente despejados, con excepción de la observación del mes de julio, en la que las profundidades estudiadas fueron 5, 10, 20 y 30 cm, con intervalos aproximados de dos horas, desde la salida hasta la puesta de sol. Para efectuar las medidas se instalaron en cada punto de observación y de forma permanente, equipos de termopares, uno por cada profundidad, protegidos por una funda de polietileno negro de 4 mm de diámetro. Estos termopares fueron calibrados previamente. La temperatura fue determinada empleándose un monitor de lectura digital con sensibilidad de 0,1 °C, que era conectado a los terminales de cada termopar en el momento de realizar las observaciones. La temperatura de la superficie del suelo fue estimada utilizando un sensor de infrarrojos marca Raytek mod. AG, según la aplicación de este método para estimar la evaporación del agua del suelo (CASTELL *et al.*, 1986). El sensor de infrarrojos basa su funcionamiento en la ley de Stefan-Boltzmann (JACKSON, 1982), asumiendo una emisividad 0,95. El sensor fue previamente calibrado con ayuda de un cuerpo negro, corrigiéndose posteriormente las lecturas obtenidas (Figura 1), utilizando la correspondiente recta de regresión.

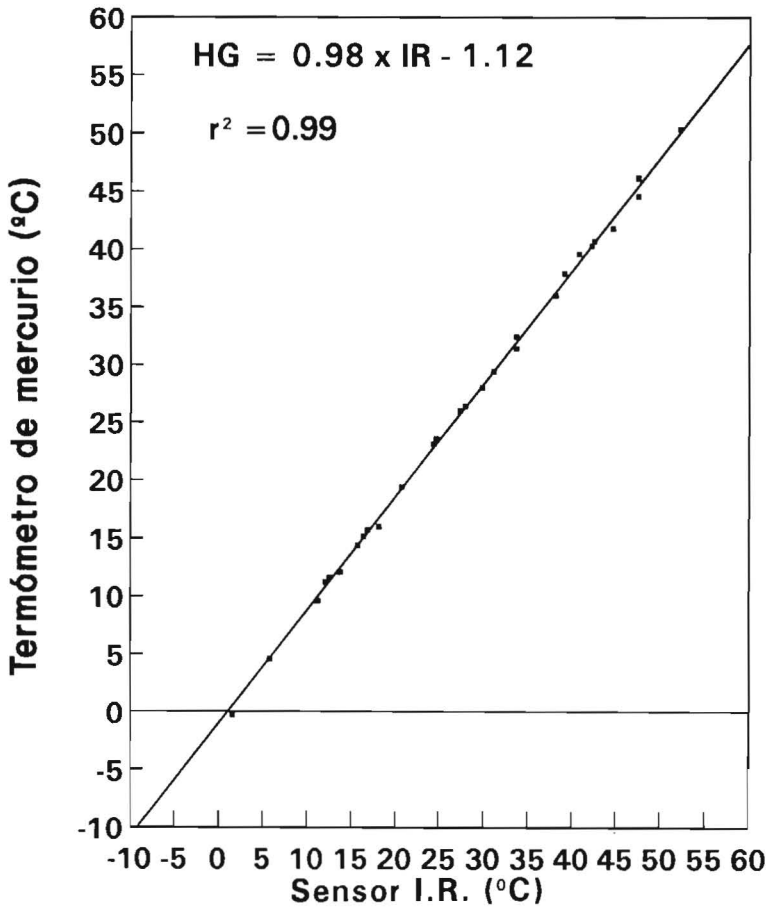


Figura 1: Curva de calibración del sensor de infrarrojos
Calibration curve of the infrared sensor

Para medir la temperatura del aire se instalaron dos garitas meteorológicas homologadas, por cada tratamiento del suelo, situadas todas ellas en la misma cota del terreno, en las que se colocaron a 1,50 m sobre el suelo, termómetros homologados igualmente por el Servicio Meteorológico Nacional, midiéndose diariamente durante 1987 y el período enero-junio de 1988 las temperaturas máximas y mínimas registradas, así como la evolución diaria en días singulares, cada dos horas, desde la salida hasta la

puesta de sol, empleándose para ello termopares instalados en el interior de las garitas meteorológicas.

Durante la primavera de 1987 se estudió la evolución de las yemas de flor de los olivos, anotándose periódicamente el estado fenológico de todos los árboles, según la metodología descrita por PASTOR (1991). Las observaciones se realizaron semanalmente, excepto en el período de floración, en el que se hizo diariamente.

Resultados y discusión

1. Evolución diaria de la temperatura del suelo en diferentes épocas del año

1.1. Día de invierno (18/19 diciembre 1986)

Las Figuras 2 y 3 muestran la evolución diaria de las temperaturas del suelo en un día despejado de invierno, dos días después de una lluvia de 16 mm, tras las que se produjo una brusca bajada de temperatura. A medida en que aumenta la profundidad, se atenúa la amplitud de las variaciones diarias de temperaturas en los tres sistemas de cultivo, registrándose variaciones entre 8 y 10 °C a 3 cm de profundidad, entre 1,5 y 2 °C a 23 cm, y solamente entre 0,7 y 1 °C a la profundidad de 53 cm.

En la superficie del suelo la temperatura máxima diaria se produjo a mediodía, mientras que en profundidad los máximos se retrasaron hasta las 15-17 horas, existiendo un desfase debido a la menor velocidad de transmisión de la energía calorífica en el interior del suelo, hecho también descrito por PAYNE y GREGORY (1992), entre otros autores.

En superficie (Figura 2), desde la puesta hasta la salida del sol, el suelo labrado se mostró significativamente más frío que en NLD. La mayor compactación del terreno en NLD determinó un aumento de su conductividad y difusividad térmica con respecto a L (CORNILLON, 1980), por lo que se produjo en NLD una mayor difusión de calor hacia la atmósfera durante la noche, siendo esta la razón por la que en NLD la temperatura de la superficie del suelo es más alta. La superficie del suelo con cubierta vegetal también estuvo en el momento de

la salida del sol significativamente más caliente que L, único sistema en el que la temperatura descendió por debajo de 0 °C.

Durante las horas de sol no se observaron en superficie diferencias significativas entre los distintos sistemas de cultivo, si bien el suelo con CC es el que se mostró más frío. La cubierta pudo reducir la cantidad de radiación solar recibida por el suelo, razón por la que en CC se mostró más frío durante el día que en los tratamientos con suelo desnudo. La mayor temperatura observada en NLD con respecto a L durante las horas de sol (diferencias no significativas) podrían explicarse por el hecho de que en L se está evaporando en este momento una mayor cantidad de agua que en NLD. Recordemos que había llovido dos días antes de realizarse estas observaciones.

A las profundidades de 3 y 8 cm (Figura 2), el suelo con CC se muestra durante la noche y primeras horas de la mañana significativamente más caliente que L y NLD. La presencia de la cubierta pudo reducir la cantidad de calor cedido hacia la atmósfera durante la noche, lo que puede explicar esas diferencias. Sólo en las horas centrales del día, el suelo NLD se mostró más caliente que L y CC. Únicamente se observaron diferencias significativas entre L y NLD a las 13 horas y a 3 cm de profundidad.

A las profundidades de 23, 38 y 53 cm (Figura 3), el suelo con CC se mostró a lo largo del día y la noche significativamente más caliente que en los sistemas L y NLD, no observándose diferencias significativas entre estos dos últimos tratamientos. Este hecho también apoya la hipótesis del efecto aislante de la cubierta vegetal en su papel de reducir el enfriamiento del suelo durante el invierno, lo que está de acuerdo con las observaciones de LANINI *et al.* (1990).

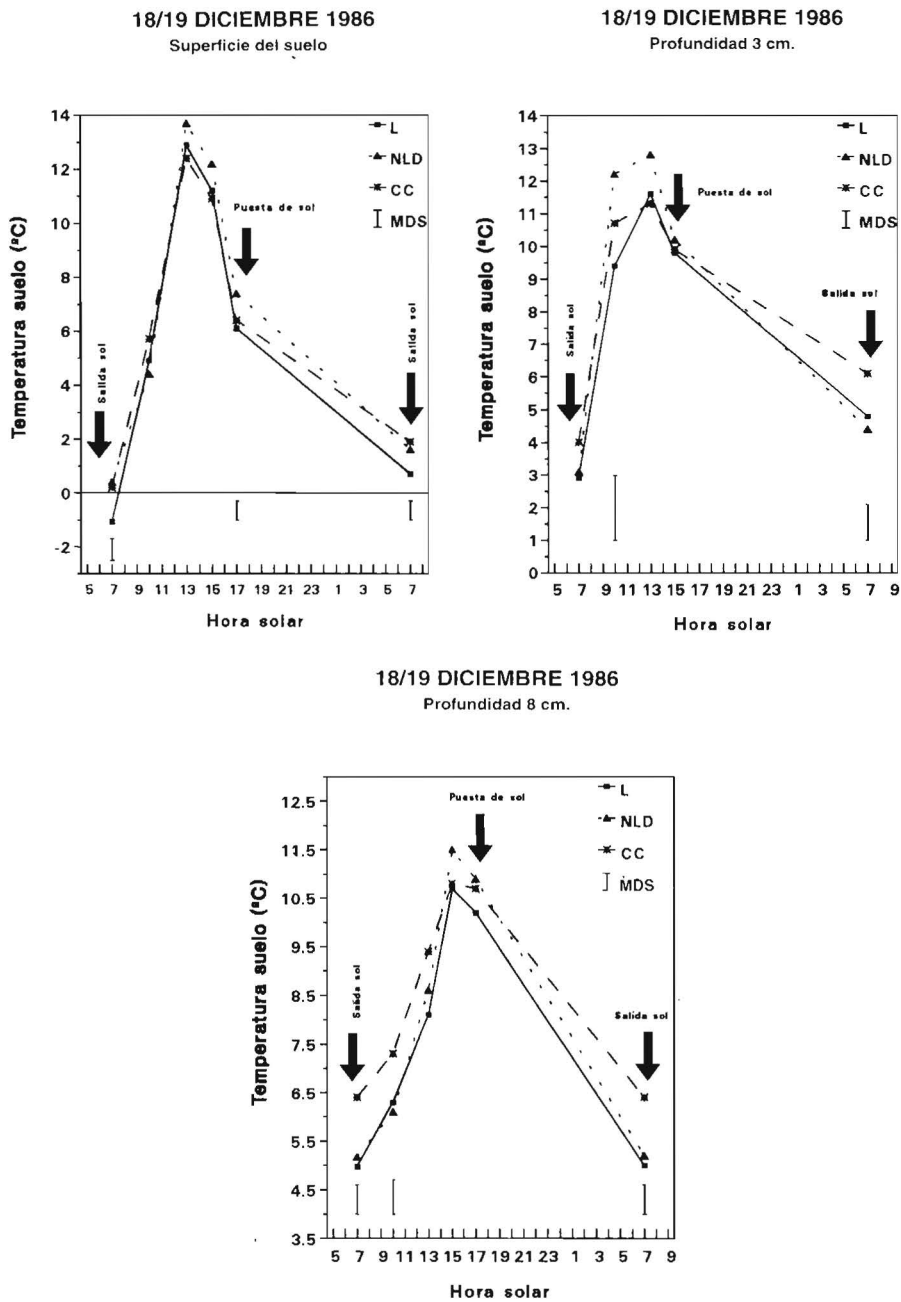


Figura 2: Evolución de las temperaturas de suelo medidas en superficie, 3 y 8 cm. de profundidad para el 18/19 diciembre de 1986, con tratamientos de L, NLD y CC
Evolution of soil temperature at 0, 3 and 8 cm. depth in 18-19 December 1986, under the L, NLD and CC treatments

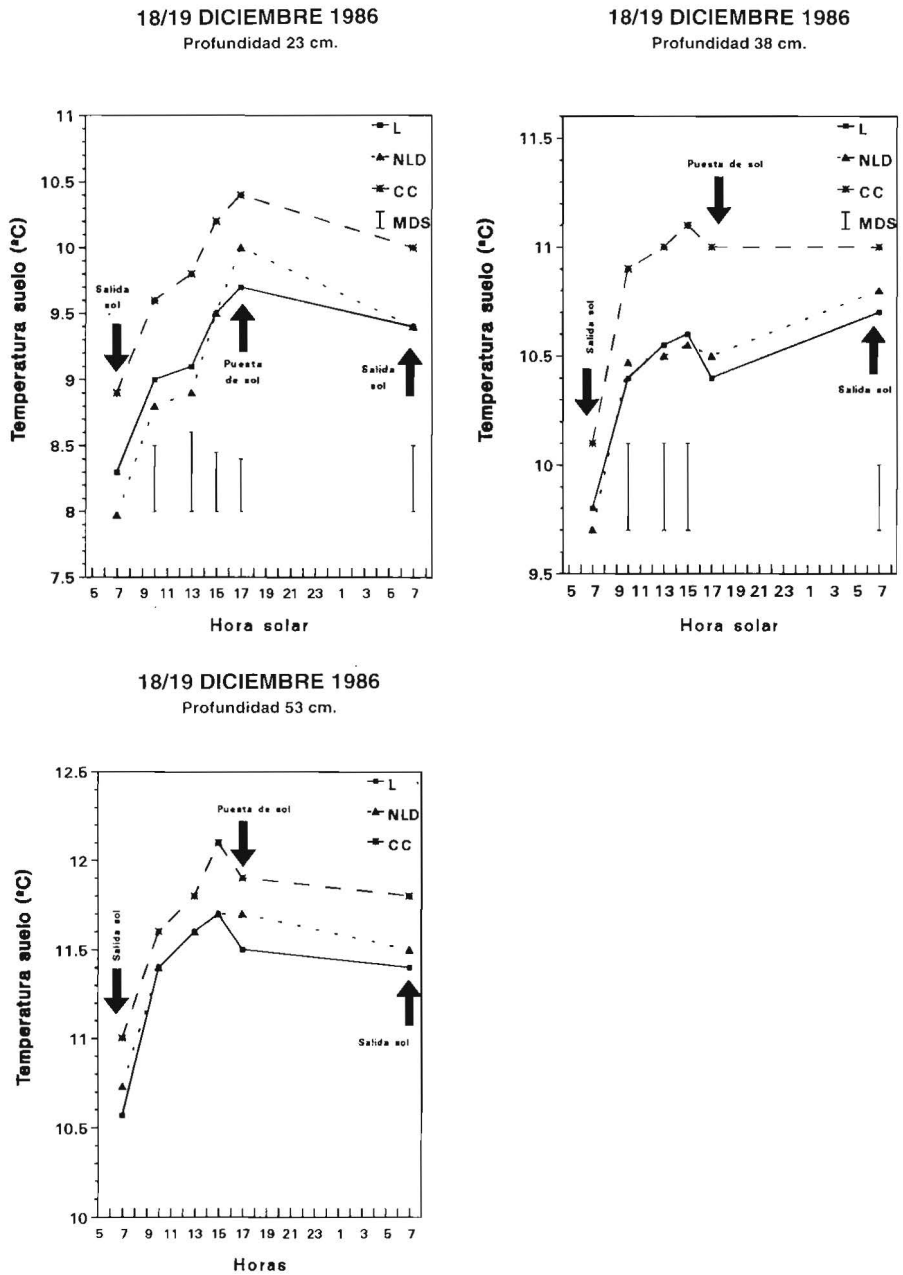


Figura 3: Evolución de las temperaturas de suelo medidas a 23, 38 y 53 cm. de profundidad para el 18/19 de diciembre de 1986, con tratamientos de L , NLD y CC
Evolution of soil temperature at 23, 38 and 53 cm. depth in 18-19 December 1986, under the L, NLD and CC treatments

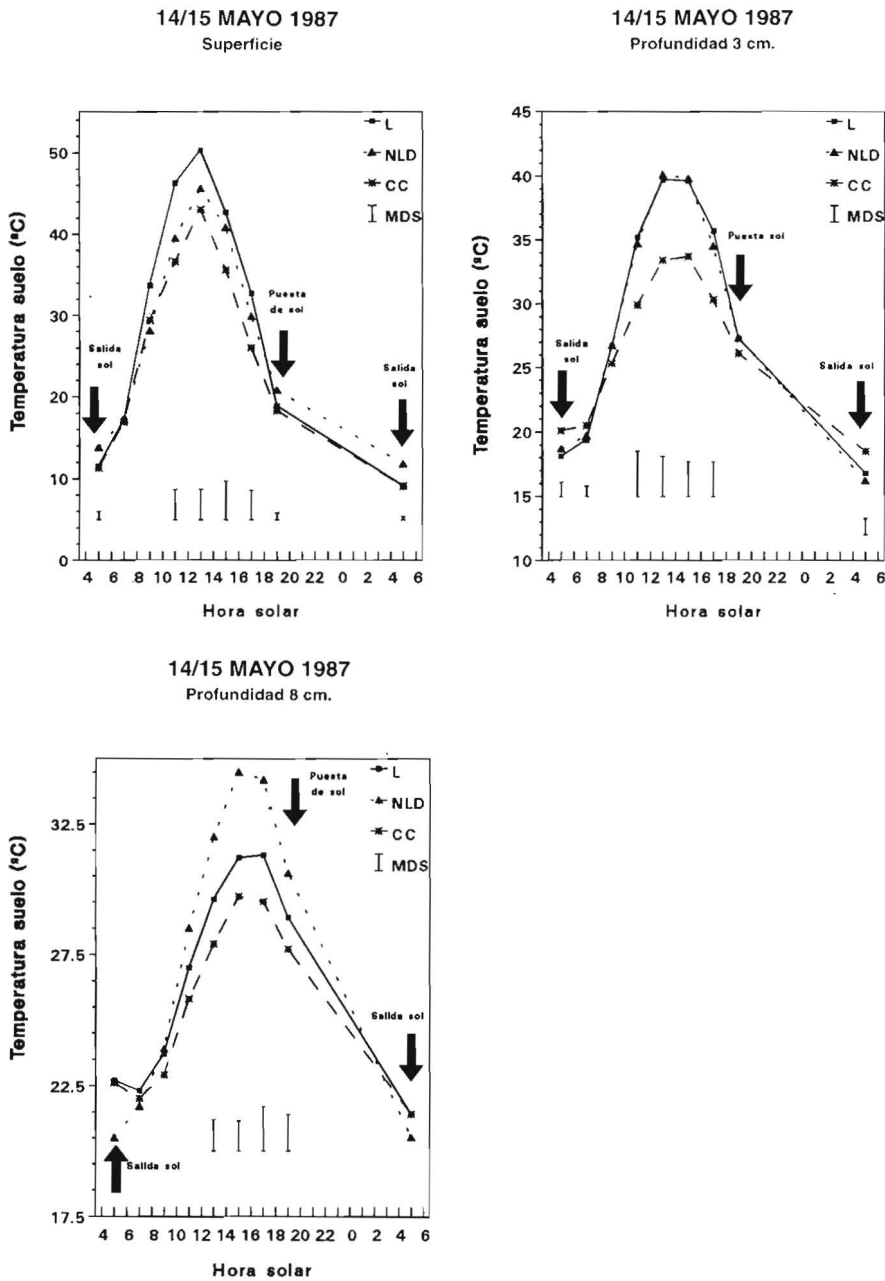


Figura 4: Evolución de las temperaturas de suelo medidas en superficie, 3 y 8 cm. de profundidad para el 14/15 de mayo 1987, con tratamientos de L , NLD y CC
Evolution of soil temperature at 0, 3 and 8 cm. depth in 14-15 May 1987, under the L, NLD and CC treatments

1.2. Día de primavera (14/15 mayo 1987)

Las Figuras 4 y 5 presentan las temperaturas del suelo a distintas profundidades para los tres sistemas de cultivo estudiados en un día soleado del mes de mayo, en el que la capa superficial del terreno estaba totalmente seca.

En superficie (Figura 4), el suelo labrado se mostró más caliente que NLD y CC desde dos horas después del amanecer hasta la puesta de sol, con diferencias significativas con respecto a CC. Durante la noche, NLD estuvo significativamente más caliente que L y CC, entre los que no se observaron diferencias importantes.

El hecho de que la superficie del suelo L esté más caliente que la de NLD durante el día, puede deberse a que en no-laboreo el albedo en ese momento es mayor (KONDRATYEV, 1969), y a la menor cantidad de calor transmitida en L desde la superficie hacia las zonas más profundas, al estar su capa superficial alterada por las labores, por lo que su conductividad térmica es menor que la de NLD (CORNILLON, 1980), sistema en el que el suelo estaba muy compactado. Esta puede ser la razón por la que en primavera, a profundidades inferiores a 8 cm, el suelo en L está más frío que en NLD (Figura 5), aunque las diferencias observadas no son significativas.

La cubierta seca de cereal en CC redujo la cantidad de radiación recibida por la superficie del terreno, razón por la que el suelo se mantuvo durante el día significativamente más frío que en L y NLD en todas las profundidades estudiadas (Figuras 4 y 5), observándose las mayores diferencias para profundidades inferiores a 8 cm. Estos resultados concuerdan básicamente con las observaciones de GLENN y WELKER (1987) en plantación de melocotoneros en EEUU, y

con las de SCIENZA y VALENTI (1983) en plantaciones de viñedos en el norte de Italia.

1.3. Día de verano (2/3 julio 1986)

La Figura 6 presenta las temperaturas del suelo a diferentes profundidades en los tres sistemas de cultivo, en un día despejado del mes de julio, en el que la superficie del terreno estaba totalmente seca. Se observa una gran diferencia de temperaturas en las diferentes profundidades. Mientras que a 5 cm de profundidad los valores máximos estuvieron comprendidos entre 34 y 41 °C, según los sistemas de cultivo, a la profundidad de 30 cm, las temperaturas máximas estuvieron en el rango 30-34 °C. La amplitud de la oscilación diaria de temperaturas dependió del sistema de cultivo empleado, observándose la mayor amplitud en el sistema NLD, mientras que la menor oscilación se produjo en el suelo con CC, lo que concuerda con las observaciones de SCIENZA y VALENTI (1983).

El sistema NLD es en el que se observaron las mayores temperaturas de suelo en todas las profundidades, siempre con diferencias significativas con respecto a L, y en algunos momentos del día con respecto a CC (Figura 6). Sólomente en las horas nocturnas y en las profundidades 5 y 10 cm, el suelo con CC presentaba una temperatura superior a NLD (diferencias no significativas).

En el terreno labrado las temperaturas fueron menores que las de CC en todas las profundidades, siendo significativas las diferencias en los momentos de la salida y puesta de sol.

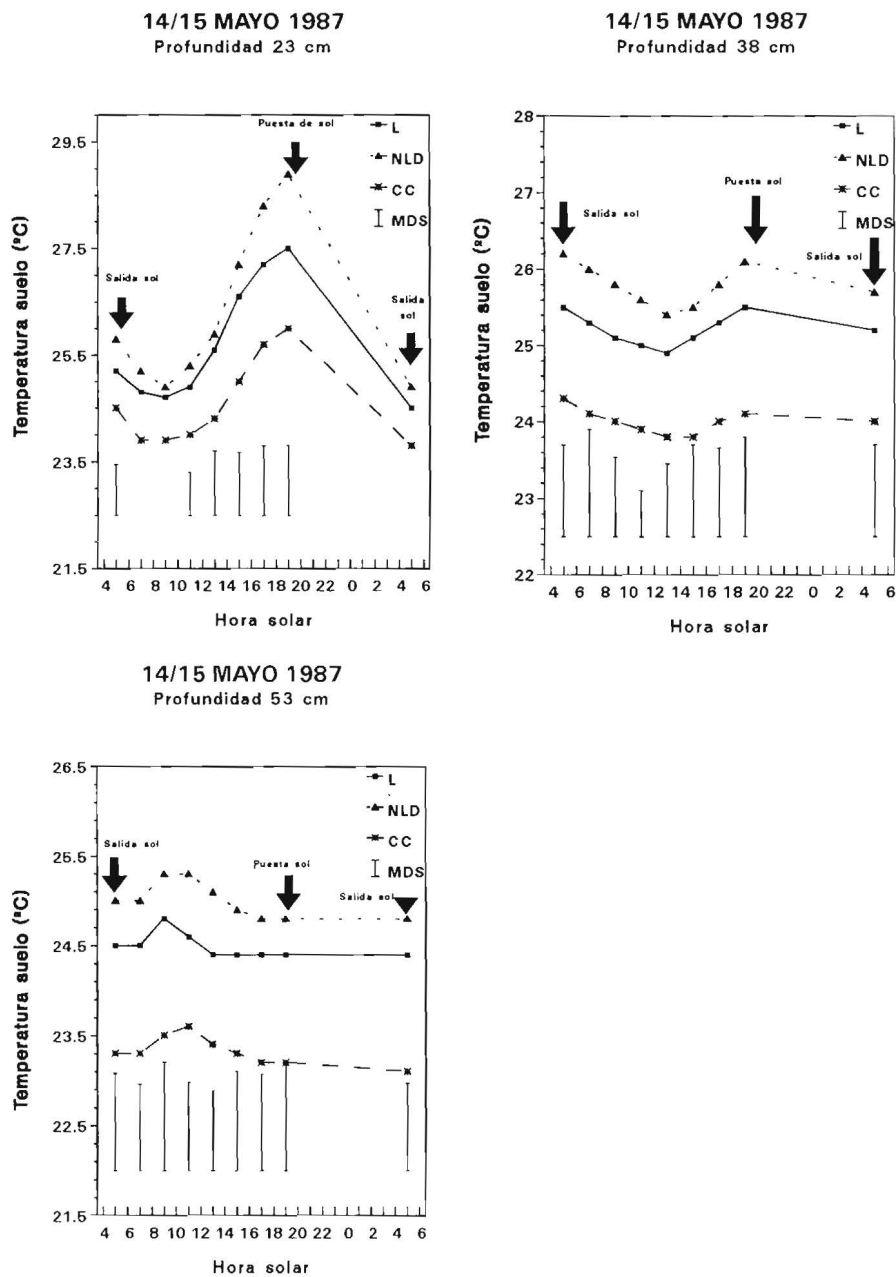


Figura 5: Evolución de las temperaturas de suelo medidas a 23, 38 y 53 cm de profundidad para el 14/15 mayo de 1987, con tratamientos de L, NLD y CC
Evolution of soil temperature at 23, 38 and 53 cm depth in 14-15 May 1987, under the L, NLD and CC treatments

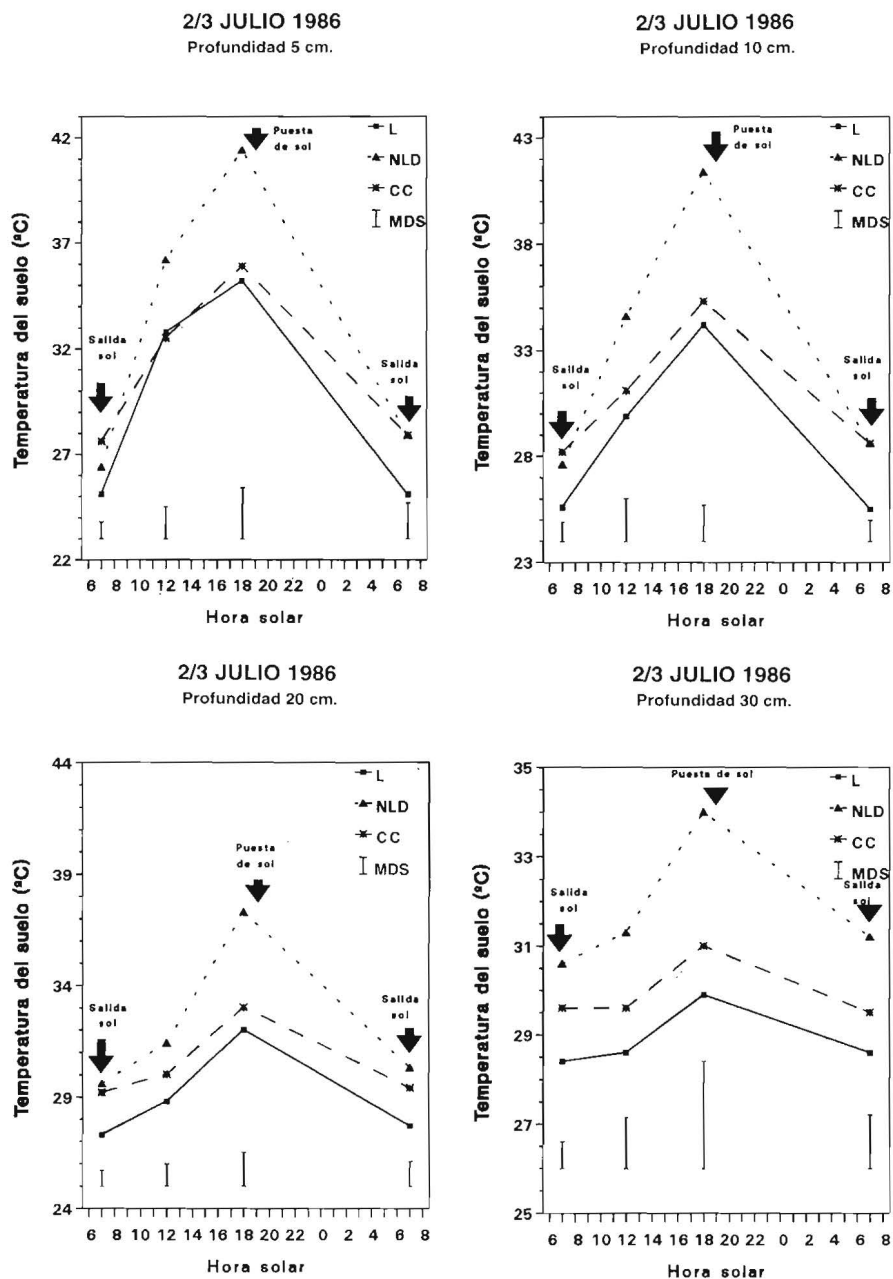


Figura 6: Evolución de las temperaturas de suelo medidas a 5, 10, 20 y 30 cm. de profundidad para el 2/3 de julio de 1986, con tratamientos de L, NLD y CC

Evolution of soil temperature at 5, 10, 20 and 30 cm. depth in 2-3 July 1986, under the L, NLD and CC treatments

1.4. *Día de otoño (28/29 octubre 1986)*

Las Figuras 7 y 8 presentan la evolución diaria de las temperaturas del suelo a distintas profundidades para los tres sistemas de cultivo. En profundidades superiores a 8 cm el suelo con CC aparecía más caliente que L y NLD a lo largo de todo el día, mientras que NLD estaba también más caliente que L (Figuras 7 y 8). Recordemos que en esta época del año en CC se redujeron los porcentajes de cobertura de los restos vegetales sobre el terreno, ya que a principio de octubre fue labrado para la siembra de la cebada, lo que alteró las propiedades térmicas del suelo en el olivar con CC, por lo que son comprensibles las diferentes tendencias observadas con respecto a observaciones realizadas en primavera y verano. Recordemos (Figura 3) que en invierno, en CC la temperatura en las profundidades mayores a 8 cm era también mayor que en L y NLD.

Durante la noche (Figura 7), la lámina superficial del terreno en CC, que en este momento estaba todavía sin cobertura vegetal, estaba más fría que la de L y NLD, lo cual parece mostrarnos un menor flujo de calor desde el interior del suelo hacia la atmósfera, lo que podría explicarnos porqué el suelo con CC está en este momento más caliente que en los sistemas L y NLD (Figuras 7 y 8).

2. Temperatura del aire

2.1. Evolución anual de la temperatura del aire

La Figura 9 presenta la evolución anual de las temperaturas medias, máximas y mínimas del aire a 1,50 m sobre el suelo, para los tres sistemas de cultivo. La Figura

10 muestra las diferencias de temperaturas medias, máximas y mínimas quincenales entre los sistemas CC y NLD y el testigo L, a lo largo del período de observación, enero 1987 a junio 1988. Debemos tener en cuenta que al haberse realizado las observaciones termométricas en parcelas de pequeñas dimensiones (12 x 18 m), separadas por pasillos de 6 m, previsiblemente pudo haberse producido mezcla de aire a distinta temperatura entre parcelas adyacentes, razón por la que los datos presentados posiblemente sean menos claros y presenten menores diferencias entre tratamientos que en el caso en que se hubiese trabajado en parcelas de grandes dimensiones, con los sistemas de cultivo aislados entre sí.

En el sistema NLD es en el que se observaron las temperaturas medias mínimas diarias del aire (Figura 9) más altas a lo largo de todo el año (media mínima anual = 11,4 °C), mientras que en L y CC fueron 11,0 y 10,7 °C respectivamente, lo cual concuerda con las observaciones termométricas realizadas en la superficie del suelo durante la noche (GLENN y WELKER, 1987), observándose (Figuras 2, 4 y 7) como en NLD la temperatura fue mayor que en los otros dos sistemas de cultivo, lo que nos sugiere que en NLD se produce un mayor flujo de calor desde el suelo a la atmósfera. Vimos también como en el olivar con CC, durante la noche, se difunde una menor cantidad de calor desde el suelo hacia la atmósfera (HOGUE y NEILSEN, 1987), debido al efecto aislante producido por la presencia de restos vegetales, por lo que las temperaturas nocturnas del aire son menores que las observadas en los suelos NLD y L, con superficie desnuda de vegetación. NLD es un sistema de cultivo en el que el flujo de calor hacia la atmósfera es previsiblemente mayor que en L durante la noche, debido a que la conductividad térmica del suelo es mayor, y esta

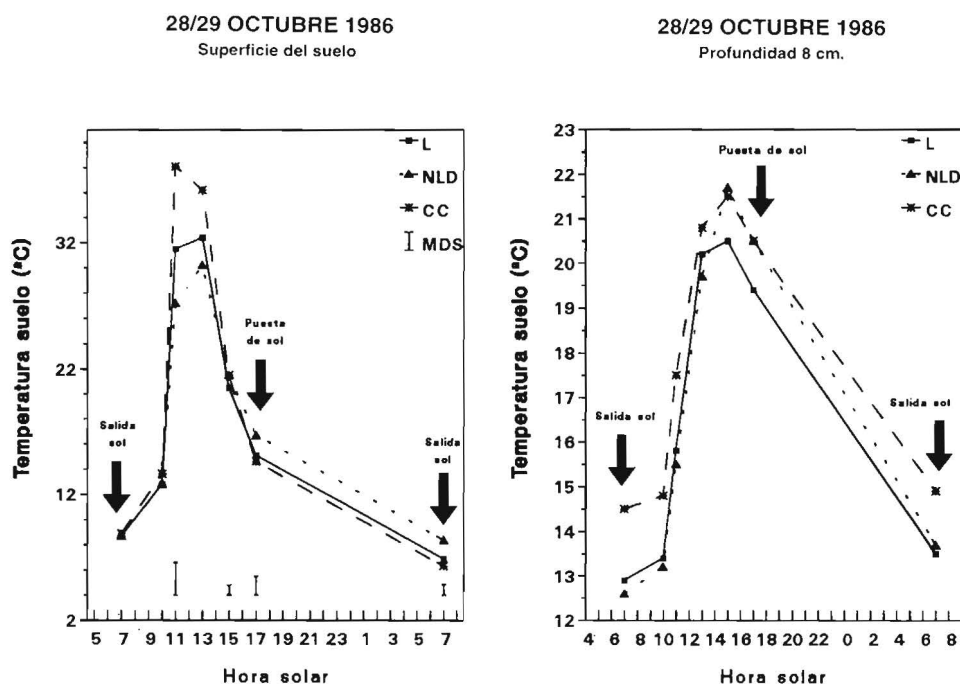


Figura 7: Evolución de las temperaturas de suelo medidas en superficie y 8 cm. de profundidad para el 28/29 de octubre de 1986, con tratamientos de L, NLD y CC

Evolution of soil temperature at 0 and 8 cm. depth in 28-29 October 1986, under the L, NLD and CC treatments

puede ser la razón por la que las temperaturas mínimas del aire en NLD fueron durante todo el año superiores a las observadas en L, tal como podemos observar en la Figura 8, que muestra las diferencias de temperaturas quincenales medias de las mínimas entre los sistemas NLD y L.

Las temperaturas máximas diarias del aire (Figura 9), fueron en el sistema CC (media máxima anual = 26,3 °C) consistentemente mayores que en L y NLD (medias anuales = 25,6 y 25,5 °C, respectivamente). Las diferencias entre L y NLD fueron relativamente pequeñas, aunque en muchos períodos del año las máximas absolutas regis-

tradas en L superaron a las de NLD. HOGUE y NEILSEN (1987) citan trabajos en los que se observó una máxima fluctuación diaria de temperaturas ambiente, sobre los suelos con cubierta de paja, lo que es bastante concordante con los datos que aquí presentamos. La cubierta vegetal suele tener un albedo mayor que el suelo desnudo, por lo que refleja una mayor cantidad de radiación hacia la atmósfera, y esta podría ser una de las razones que pueden explicar las mayores temperaturas máximas observadas en CC. En este sistema de cultivo, debido a la presencia de la cubierta vegetal, se emplea menos radiación neta en calentar el suelo, por lo que parte de esta energía podría trans-

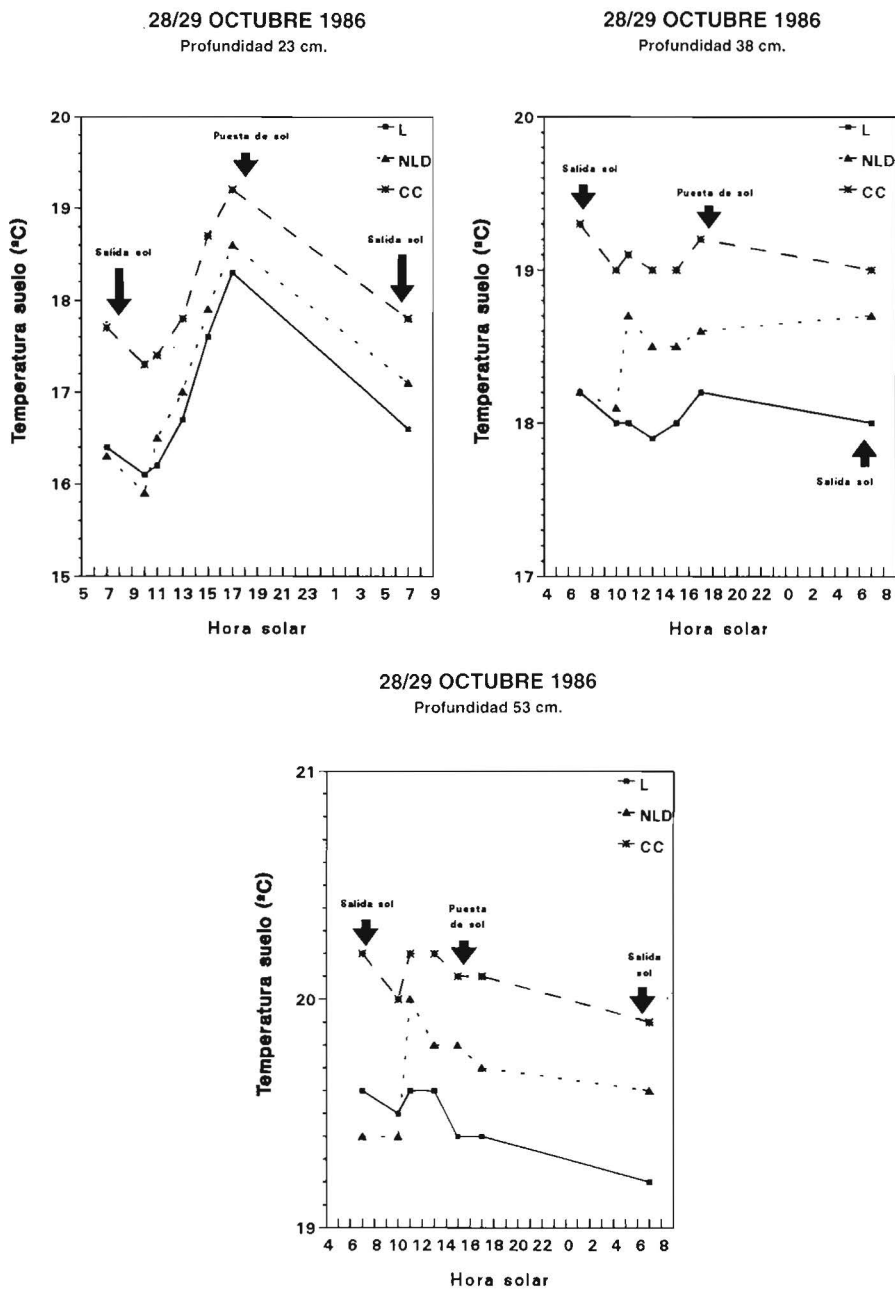


Figura 8: Evolución de las temperaturas de suelo medidas a 23, 38 y 53 cm. de profundidad para el 28/29 octubre de 1986, con tratamientos de L, NLD y CC
Evolution of soil temperature at 23, 38 and 53 cm. depth in 28-29 October 1986, under the L, NLD and CC treatments

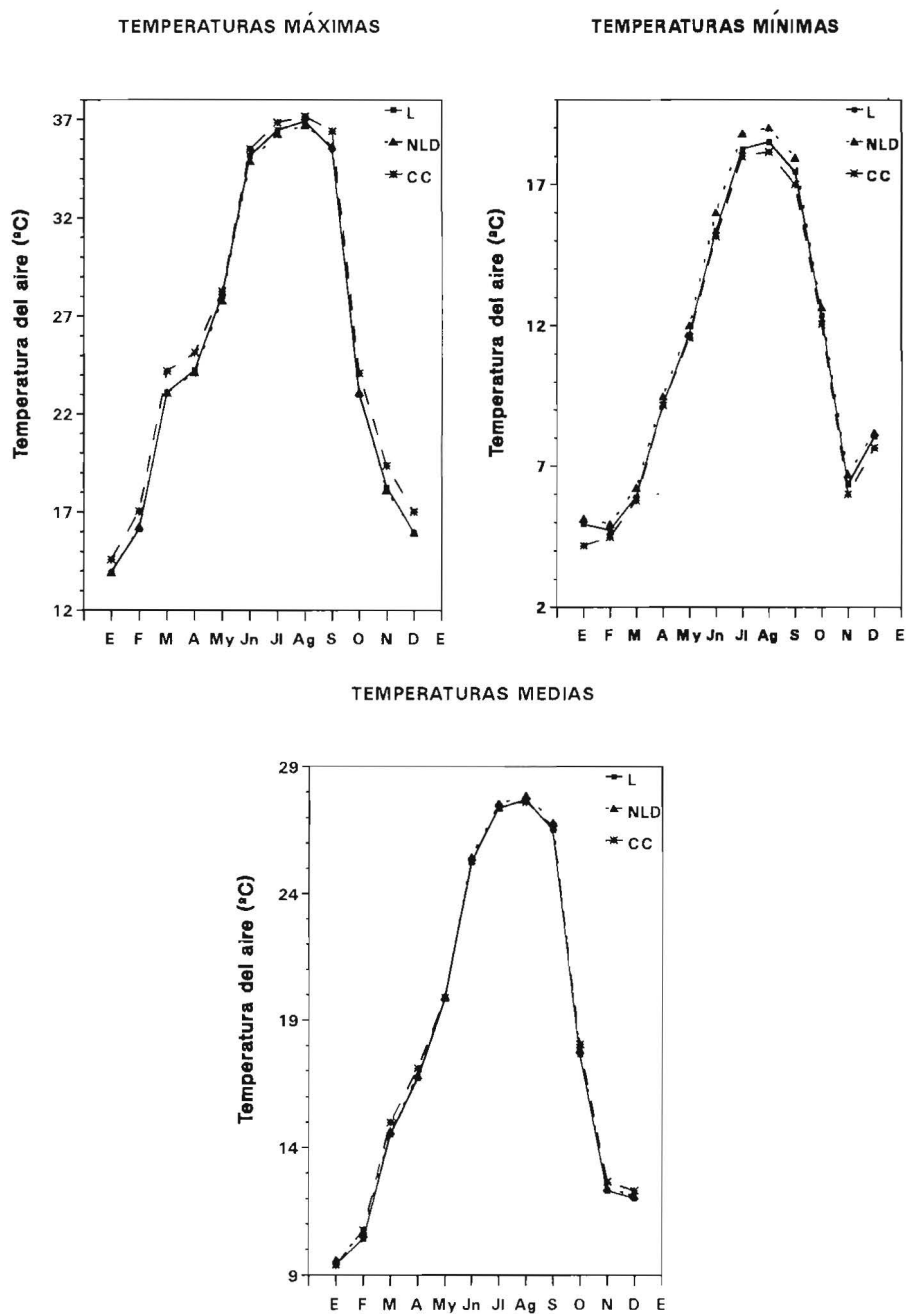


Figura 9: Evolución de las temperatura del aire medidas a 1.5 m. del suelo, con tratamientos de L, NLD y CC

Evolution of air temperature at 1.5 m. above soil level, under the L, NLD and CC treatments

formarse en calor sensible que calentara las capas de aire próximas al suelo en los olivares con CC.

Las temperaturas medias diarias (Figura 10) durante el período octubre-abril fueron mayores en el suelo con CC, mientras que en el período mayo-septiembre los máximos correspondieron a NLD. Las mayores temperaturas medias anuales correspondieron a los sistemas NLD y CC (18,5 °C), mientras que en el sistema L fue de 18,3 °C. El concepto de integral térmica, acumulación de grados centígrados por encima de un umbral (LEOPOLD y KRIEDEMANN, 1975), sugiere que el desarrollo del olivar cultivado con

CC y NLD debería ser mayor y más rápido que el del olivar L, dado que las temperaturas medias anuales del aire en L son menores que en CC y NLD. Trabajos realizados simultáneamente a estas observaciones termométricas mostraron diferencias en el tiempo en la fenología de las yemas de flor (Figura 11), así como en la velocidad del crecimiento de los brotes (PASTOR, 1989). Estas observaciones confirman la teoría de HAMMOND y SCELEY (1978), citados por HOGUE y NEILSEN (1987), que dan mayor importancia a la temperatura del aire que a la del suelo explorado por las raíces. En primavera, época en la que se produce la diferenciación floral y la evolución de las ye-

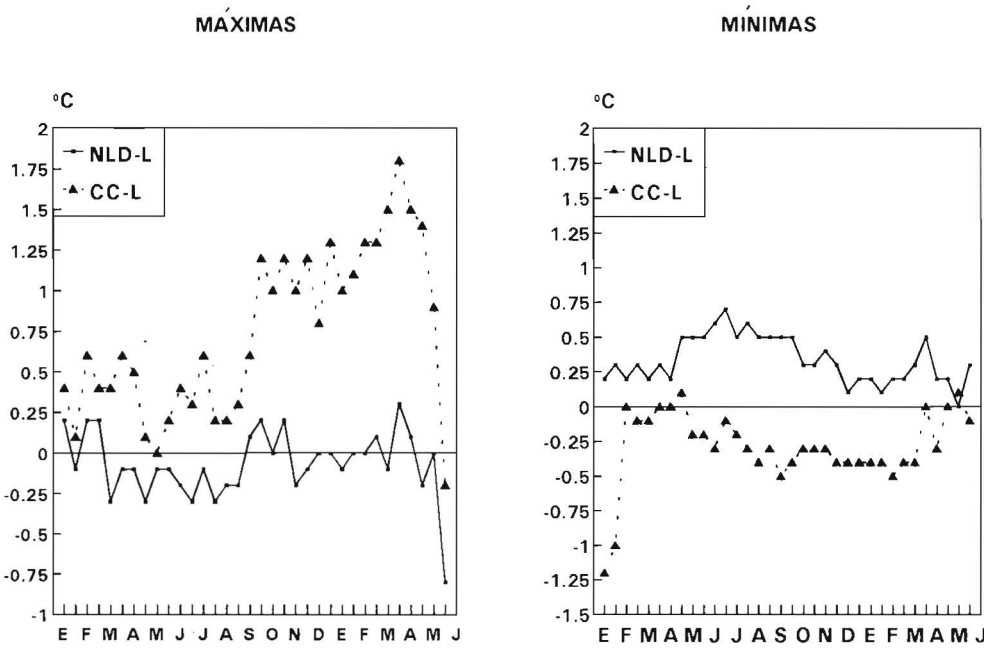


Figura 10: Evolución de las temperaturas medias del aire mínimas y máximas quincenales para el período enero 1987 y junio 1988. Cada una de las dos curvas representa la diferencia de temperaturas entre L y los tratamientos de NLD y CC, respectivamente

Evolution of the minimal and maximal air temperatures measured every 15 days from January 1987 to June 1988. Each curve represents the temperature difference between L and each one of the other two treatments (NLD and CC)

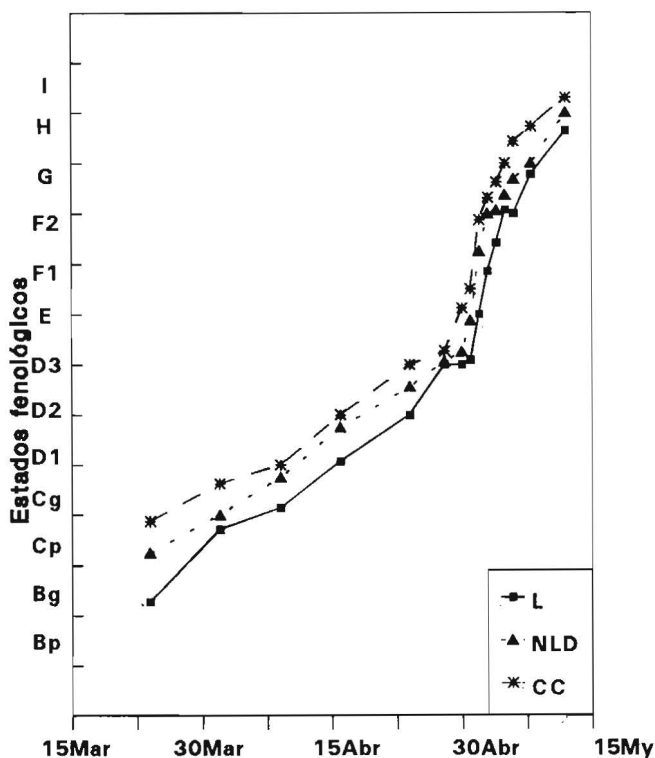


Figura 11: Evolución de los estados fenológicos de las yemas de flor en olivos para el año 1987, con tratamientos de L, NLD y CC

Olive tree phenological stages in 1978, under the L, NLD and CC treatments

mas hasta la floración, así como una buena parte del crecimiento vegetativo en este ensayo (PASTOR, 1991), el suelo con CC estuvo más frío que el de L y NLD (Figuras 4 y 5) y, sin embargo, los olivos en CC adelantaron su fecha de floración con respecto a los cultivados en L y NLD (Figura 11), siendo los árboles labrados los de fenología más tardía. Las temperaturas medias del aire en el mes abril, a final del cual tuvo lugar el inicio de la floración en alguno de los sistemas, fueron 17,1, 16,8 y 16,6 °C en CC, NLD y L respectivamente, lo que concuerda con las diferencias fenológicas observadas en campo.

2.2. Evolución diaria de la temperatura del aire

La Figura 12 muestra la evolución diaria de la temperatura del aire a 1,5 m sobre el suelo, para los tres sistemas de cultivo estudiados, en dos días soleados representativos de la primavera, 28/29 de marzo y 14/15 de mayo.

En la mencionada Figura 12 podemos observar como durante las horas de sol en las parcelas con CC la temperatura del aire fue mayor en ambos días, apreciándose las mayores diferencias con respecto a L en las

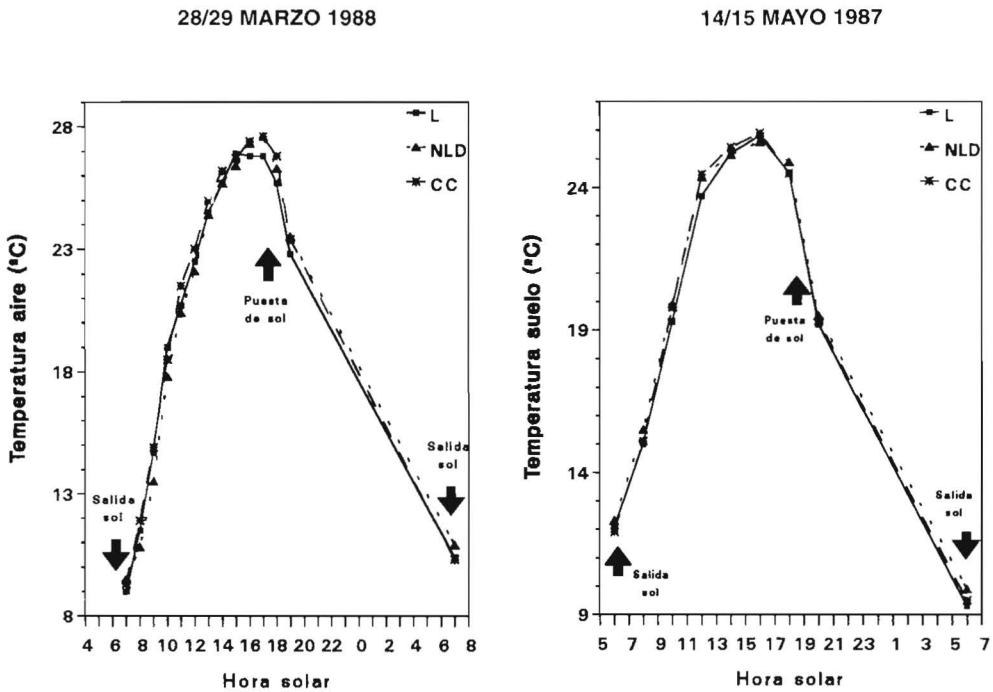


Figura 12: Evolución diaria de la temperatura del aire medida cada dos horas a 1.5 m. sobre el suelo para el 14/15 de mayo del 1987 y 28/29 de marzo del 1988, con tratamientos de L, NLD y CC
Evolution of air temperature measured every two hours at 1.5 m. above soil level during the periods 14-15 May 1986 and 28-29 March 1988, under the L, NLD and CC treatments

horas centrales del día. Durante la mañana, las temperaturas en CC fueron bastante mayores que en NLD, reduciéndose las diferencias entre ambos desde las 16 horas hasta la puesta de sol. Esto explica aún mejor la evolución anual de las temperaturas máximas y mínimas (Figura 9), y los desfases fenológicos observados en los olivares sometidos a diversos sistemas de cultivo (Figura 11), tal como se discutió en el apartado anterior.

Durante la noche (Figura 12), se observan de nuevo en NLD las mayores temperaturas del aire, mientras que las mínimas se registraron en CC. Después de la puesta de

sol, el aire en L estuvo más frío que en CC durante un tiempo, que en el día 15 de mayo, abarcó desde la puesta de sol hasta el amanecer.

2.3. Régimen de heladas invernales

La Figura 13 presenta las temperaturas mínimas nocturnas del aire a 1,50 m de altura sobre la superficie del suelo en los tres sistemas de cultivo estudiados, en los dos únicos períodos de heladas de radiación registrados durante el período de observa-

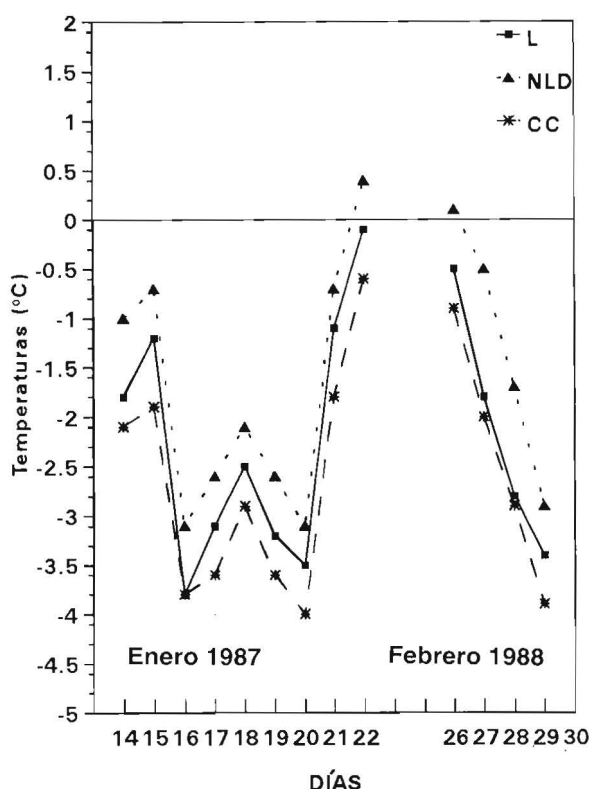


Figura 13: Temperaturas mínimas nocturnas del aire a 1,50 cm. sobre la superficie del suelo en enero del 1987 y febrero del 1988, con los tratamientos L, NLD y CC

Night minimal air temperatures at 1.5 m. above soil level during January 1987 and February 1988 under the L, NLD and CC treatments

ciones: 14 a 22 de enero de 1987 y 26 a 29 de febrero de 1988.

En ambos períodos las heladas más intensas se observaron en el sistema CC, con valores entre 0,7 y 1,50 °C más bajos que en NLD, sistema en el que se observaron las temperaturas mínimas absolutas menos bajas, y en donde en los días 21 de enero y 26 de febrero la temperatura no llegó a descender por debajo de 0 °C. Las temperaturas mínimas absolutas fueron en L entre 0,4 y 1,3 °C más bajas que en NLD.

Diversos trabajos (BEAR, 1970; TROCMÉ y GRASS, 1979; GARCÍA CAMARERO *et al.*, 1980; LO GIUDICE, 1983; LANINI *et al.*, 1990) confirman los resultados expuestos anteriormente. En una noche de helada SKROCH y SHRIBBS (1986) observaron en una parcela con cubierta vegetal un descenso de 2°C en la temperatura del aire con respecto a un suelo labrado y desnudo de vegetación. HAMER (1975), citado por HOGUE y NEILSEN (1987), hace referencia a una bajada de temperatura de hasta 3,3 °C con respecto a un suelo desnudo, en un huerto man-

tenido con cubierta vegetal, recomendando dicho autor siegas a ras de suelo en épocas en las que sean previsibles las heladas.

Los datos presentados confirman la hipótesis planteada al hablar de la evolución de la temperatura en la superficie del suelo en un día de invierno (Figura 2), en la que se observa como en el sistema NLD, durante la noche, la temperatura es mayor que en los restantes sistemas de cultivo, lo que nos permite poder afirmar que durante la noche el flujo de calor desde el interior del suelo hacia las capas más bajas de la atmósfera es mayor que en L y que en CC donde la radiación de onda larga es atrapada por la cubierta vegetal, concordando esta observación con los trabajos realizados por FRITTON y MARTSOLF (1981) que, en una plantación de manzanos, observaron como en el suelo desnudo y compactado el flujo de calor hacia la atmósfera era el doble que en el suelo con cubierta vegetal.

Conclusiones

Los sistemas de cultivo han afectado al régimen de temperaturas de la plantación. La presencia de restos vegetales sobre el terreno modifica el balance de energía al reducir la cantidad de radiación que llega al suelo y el albedo de la superficie por lo que parte de la radiación es devuelta a la atmósfera (KONDRATYEV, 1969). Por estas razones se modifica el régimen de temperaturas del aire, lo que se ha podido observar mediante el estudio de la evolución de las temperaturas máximas y mínimas diarias durante un largo período de tiempo (Figura 9), a pesar de haberse trabajado con parcelas elementales de pequeño tamaño, por lo que la advencción entre parcelas limítrofes ha podido

enmascarar en parte los resultados obtenidos.

En la superficie, el suelo labrado suele estar más caliente que NLD durante las horas de sol, con excepción de los días que siguen a las lluvias, debido a la mayor evaporación de agua en L. El suelo suele estar más frío en CC que en los terrenos desnudos, al reducir la cubierta la cantidad de radiación que llega al suelo. Durante la noche, en la superficie de NLD se observan las mayores temperaturas. En invierno y otoño, el interior del suelo en CC se mostró más caliente que en L y NLD, no existiendo diferencias significativas entre estos dos últimos tratamientos. En primavera y verano, el suelo NLD es el que apareció más caliente, apareciendo L más caliente que CC en primavera, mientras que en verano ocurrió lo contrario. En NLD, el hecho de estar la superficie del suelo compactada y sin hierba, determina una mayor conductividad térmica, por lo que durante el día se acumuló mayor cantidad de calor, que luego fue devuelto a la atmósfera durante la noche, por lo que la temperatura ambiente a partir de la puesta de sol fue mayor que en los otros sistemas de cultivo. La presencia de restos vegetales sobre la superficie influyó negativamente sobre el régimen de heladas, observándose también en CC las heladas más intensas. El suelo en CC suele estar más frío que los suelos sin cubierta vegetal (L y NLD).

Los sistemas de cultivo influyeron sobre las temperaturas del aire. En CC se observaron diariamente las temperaturas máximas y mínimas absolutas, mientras que, durante la noche, en NLD se registraron las temperaturas más altas. En las noches de heladas, en NLD se registraron las temperaturas más altas, mientras que las heladas más intensas ocurrieron en el sistema CC.

Las temperaturas del aire influyeron sobre la evolución fenológica de los árboles, observándose un adelanto en la floración en CC, mientras que en los olivos labrados se produjo la floración más tardía. La temperatura del aire parece tener una mayor influencia que la del suelo sobre la actividad vegetativa del los árboles.

Bibliografía

- AL-DARBY, A.M., LOWERY, B., 1987. Seed zone soil temperature and early corn growth with three conservation tillage systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51, 768-774.
- ASTON, A.R., FISCHER, R.A., 1986. The effect of conventional cultivation, direct drilling and crop residues on soil temperatures during the early growth of wheat at Murrumbateman, New South Wales. *Aust. J. Soil Res.*, 24, 49-60.
- BEAR, W.H., 1970. ¿Puede el no-cultivo de los agrios contribuir a la defensa contra las heladas?. *Agricultura*, 463, 795-797.
- BELDING, R.D., YOUNG, E., 1987. Shoot and root temperature effects on carbohydrate levels during bud break in young apple trees. *J. Amer. Hort. Sci.*, 112(4), 596-599.
- CASTELL, J.R., SANCHO, J., BUJ A., 1986. Estima de la evaporación del suelo en plantaciones de mandarineros jóvenes regados por goteo. V Jornadas Técnicas sobre Riegos. Asociación Española de Riegos y Drenajes. Málaga.
- CASTRO, J., SAAVEDRA, M., PASTOR, M., 1992. Mejora de la infiltración en olivar mediante el empleo de cubiertas vivas de cereales. *ITEA*, 88V (2), 95-104.
- CORNILLON, P., 1980. Incidence de la température des racines sur la croissance et le développement des plantes. *Ann. Agron.*, 31(1), 63-84.
- CRUSE, R.M., POTTER, K.N., ALLMARAS, R.R., 1982. Modelling tillage effects on soil temperature. En: American Society of Agronomy Soil Science, Predicting tillage effects on soil physical properties and processes. ASA Special Publication, 44, 133-150.
- FRITON, D.D., MARTSOLF, J.D., 1981. Solar energy, soil management, and frost protection. *HortScience*, 16(3), 295-96.
- GARCÍA CAMARERO, J., GANDÍA, S., GOMEZ DE BARREDA, D., 1980. Efectos térmicos de la cubierta vegetal durante heladas de irradiación. *Levante Agrícola*, 220, 27-31.
- GLENN, D.M., WELKER, W.V., 1987. Soil management effects on soil temperature and eat flux in a young peach orchard. *Soil Science*, 143(5), 372-380.
- HAYNES, R.J., GOH, K.M., 1980. Seasonal levels of available nutrients under grassed-down, cultivated and zero-tilled orchard soil management. *Austr. J. Soil. Res.* 18, 363-373.
- HEINZLE, Y., 1986. Le point sur les techniques d'entretien des sols viticoles en France. II Symp. Int. Sur la Non-Culture de la Vigne. Montpellier. 95-101.
- HOGUE, E.J., NEILSEN, G.H., 1987. Orchard floor vegetation management. En: Janick, J., *Horticultural Reviews*, vol. 9. Ed. Board. 377-430.
- JACKSON, R.D., 1982. Canopy temperature and crop water stress. En: Hillel, D. *Advances in irrigation*. Ed. Academic Press, 1, 43-85.
- KONDRATYEV, K.Y., 1969. Albedo of the underlying surface and clouds. En: *Radiation in the Atmosphere*. International Geophysics Series. Ed. Academic Press, New York. 411-452.
- LANINI, W.T., ELMORE, C.E., SHRIBBS, J.M., 1990. Esperienze acquisite negli USA sulla pacciamatura del terreno nei frutteti. *Riv. di Frutticoltura*, 4, 19-25.
- LEOPOLD, A.C., KRIEDEMANN, P., 1975. *Plan growth and development*. Ed. Mc Graw-Hill. Nueva York. 466 pp.
- LO GIUDICE, V., 1983. Diserbo chimico e abbasamenti termici. *Terra e Vita*, 9, 44-45.
- MEAGHER, R.L., MEYER, J.R., 1990. Effects of ground cover management on certain abiotic and biotic interaction in peach orchard ecosystems. *Crop Protection*, 9, 65-72.
- NEILSEN, G.H., HOGUE, E.J., DROUGHT, B.G., 1986. The effect of orchard soil management on soil temperature and apple tree nutrition. *Can. J. Soil Sci.* 66, 701-711.
- PASTOR, M., 1989. Viabilidad del empleo de cubiertas de cereales segados químicamente con glifosato en

- olivar de secano. Proc. 4° EWRS Mediterranean Symp. Valencia. I, 281-293.
- PASTOR, M., 1991. Estudio de diversos métodos de manejo del suelo alternativos al laboreo en el cultivo del olivo. Ed. Instituto de Estudios Giennenses. Diputación Provincial de Jaén. 290 pp.
- PAYNE, D., GREGORY, P.J., 1992. La temperatura del suelo. En: Wild, A. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 295-311.
- PHILLIPS, R.E., 1986. Efectos del clima sobre la Agricultura sin laboreo. En: Phillips, R.E. y Phillips, S.H. Agricultura sin laboreo. Principios y Aplicaciones. 12-43.
- SCIENZA, A., VALENTI, L., 1983. Il ruolo di alcuni interventi culturali del terreno sulle caratteristiche fisico-chimiche del suolo e sul comportamento vegeto-produttivo del Cortese in Valle Versa. Vignevisini, 6 (supl.), 57-72.
- SKROCH, W.A., SHRIBBS, J.M., 1986. Orchard floor management: an overview. HortScience, 21(3), 390-394.
- TROCME, S., GRAS, R., 1979. Suelo y fertilización en fruticultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 143-196.
- UNGER, P.W., 1988. Residue management effects on soil temperature. Soil Sci. Soc. Am. J., 52, 1777-1782.
- VAN HUYSTEEFN, L., VAN ZYL, J.L., 1984. Mulching in vineyards. Viticulture and Oenology. E. 12 (Hoja Impresa).
- VOORHEES, W.B., ALLMARAS, R.R., JOHNSON, C.E., 1981. Alleviating temperature stress. En: Arkin, G.F., Taylor, H.M. Modifying the root environment to reduce crop stress. ASAE Monog. n° 4. American Society of Agricultural Engineers. Michigan.
- WESTWOOD, N.H., 1982. Fruticultura en zonas templadas. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 38-39.
- WIERENGA, P.J., NIELSEN, D.R., HORTON, R., KIES, B., 1982. Tillage effects on soil temperature and thermal conductivity. En: American Society of Agronomy Soil Science, Predicting tillage effects on soil physical properties and processes. ASA Special Publication, 44, 69-90.

(Aceptado para publicación el 5 de julio de 1996)

EFFECTO DE LA FECHA DE PODA, CONCENTRACIÓN Y ÉPOCA DE APLICACIÓN DESPUÉS DE PODA DE CIANAMIDA HIDROGENADA EN LA PROTECCIÓN DE YEMAS DE VID Cv. MÁLAGA ROJA

R. Mancilla y Díaz Infante

Campo Experimental La Laguna (CELALA)
Apdo. # 247
Torreón, Coah., México 27000

RESUMEN

Durante 1992 y 1993 se efectuó un estudio para conocer el efecto de fecha de poda, época de aplicación y concentración de cianamida hidrogenada (CNH), sobre la dinámica y la brotación total de yemas, en el cv. Málaga Roja (Sin. Molinera, Red Málaga), así como de la producción de fruta y madera.

La CNH aceleró el inicio de brotación de las yemas, independientemente de la acumulación de frío o del daño a las yemas por baja temperatura. La acción de la CNH sobre la dinámica de brotación, brotación total y la producción de uva y madera fue igual dentro del rango 1 a 3% de concentraciones estudiadas. El tiempo que transcurre entre la poda y la aplicación de CNH mostró ser importante para lograr el efecto esperado de la CNH. En 1993 ciclo de baja acumulación de frío y daño a las yemas por baja temperatura, la aplicación de CNH al 2% realizada el día de la poda mejoró la brotación total y tendió a adelantar la maduración de la uva. Todos los tratamientos alcanzaron su máxima brotación con una diferencia de 3 a 4 días, ya que se redujo el número de días entre inicio y máxima brotación conforme se retrasó la brotación. La fecha de poda influyó la dinámica de brotación, siendo más adelantada en las podas de enero que las de febrero.

Palabras clave: Brotación, Dormex, Poda.

SUMMARY

EFFECT OF PRUNING DATE, CONCENTRATION AND TIME OF APPLICATION AFTER PRUNING OF HYDROGEN CYANAMIDE ON GRAPEVINE BUDS Cv. MALAGA ROJA

This work was conducted during 1992 and 1993, on the cv. Red Malaga. The effect of pruning date, concentration and time of application after pruning of hydrogen cyanamide (CNH), was studied on the dynamic and the total budbreak, as well as on fruit and wood production.

Hydrogen cyanamide advanced budbreak, regardless of the chilling accumulation and bud damage by low temperature. There were no differences by the action of CNH at the concentration from 1 to 3% on the studied variables. The time lag from pruning to CNH application showed to be important, for getting the expected effect of the CNH. Under low chilling accumulation and bud damage condition, 2% CNH applied the day

of pruning improved the total budbreak, and had a tendency to advance fruit maturation. All the treatments reach the budbreak maximum within a 3 to 4 days difference, due to a reduction of the number of days from the beginning to maximum budbreak, as the budbreak was delayed. The pruning date had influence on budbreak dynamics, being significantly earlier in the January prunings, than in February.

Key words: Budbreak, Dormex, Pruning.

Introducción

Con algunas excepciones, la fruticultura caducifolia en México se desarrolla en áreas cercanas al Trópico de Cáncer. Durante el invierno predominan cielos despejados, situación que causa que las temperaturas sean extremas y se hace insuficiente la acumulación de frío requerida para salir del reposo.

Se tiene como antecedente que los problemas causados por deficiencia de frío en frutales caducifolios, han sido atacados con resultados satisfactorios utilizando diversos compuestos químicos como son: aceite mineral, dinitros, etileno, nitrato de potasio, tiourea, etc. (WOLAK y COUVILLON, 1976; PAIVA y ROBITAILLE, 1978; STRYDOM y HONEYBORNE, 1980; EIREZ et al., 1971; EIREZ y LOVEE, 1974; LUIS, 1978; DÍAZ et al., 1986). Sin embargo, el uso de estos tratamientos no han sido satisfactorios en la vid y algunos inhiben su brotación (SHULMAN et al., 1983).

En los últimos años la cianamida hidrogenada (CNH) ha sido mencionada como alternativa para romper el reposo de las yemas de diferentes cultivares de vid (SHULMAN et al., 1983; PIRES et al., 1993). SMIT (1985), menciona que la concentración de 2,5% CNH utilizada internacionalmente

da buenos resultados, pero hay indicaciones que la concentración de 1 a 1,5% dan resultados similares.

ZELLEKE y KLIEWER (1989), señalan que la CNH no influyó significativamente en el número de yemas brotadas en cañas de Thompson Seedless con dos, tres y cuatro años de edad. Sin embargo, señalan que cañas del cv. Grenache tratadas con 1% ó 2% CNH tuvieron una brotación significativamente mayor y más temprana que las no aplicadas. PIRES et al., (1993) encontraron que al sur del Edo. de Sao Paulo, Brasil el cv. Italia conducido en parral y podado a cañas de 7 yemas, un 1% de CNH indujo el 50% de brotación mientras que las cañas sin tratar tuvieron solo el 17%. Concentraciones del 2 a 6% CNH causaron muerte de las yemas, reduciendo en forma drástica la brotación, así como la producción de fruta.

Existen algunos cultivares cuyas yemas basales son poco fructíferas como es el caso de Thompson Seedless y Málaga Roja (WINKLER, et al., 1974), en los que para lograr producciones económicamente atractivas se sugieren podas largas. Esta práctica ha sido errática en La Comarca Lagunera debido a la deficiente brotación de yemas, causada probablemente por insuficiente acumulación de frío, exceso de vigor y/o

daño por bajas temperaturas durante el período de Otoño-invierno, lo cual afecta la productividad de los viñedos.

La aplicación de CNH en La Comarca Lagunera no es una práctica generalizada y los viticultores que la aplican para mejorar la brotación de yemas, lo hacen con concentraciones variables de CNH y en períodos diferentes después de la poda, la cual se realiza en épocas variables.

Con el propósito de tener información en que basar la toma de decisiones del viticultor, se llevaron a cabo pruebas con CNH en el cv. Málaga Roja, seleccionado por su importancia económica en esta zona vitícola, habiéndose evaluado el efecto de la fecha de poda, de la concentración y época de aplicación de la CNH, sobre la dinámica de brotación y brotación total de yemas, así como sobre la producción de fruta y madera.

Materiales y métodos

La Comarca Lagunera (México) está localizada entre los 24° 30' y los 27° de latitud norte y entre los 102° y 104° 40' de longitud oeste; su altura sobre el nivel del mar es de 1120 m; su precipitación media anual es de 250 mm; con una acumulación promedio de 270 horas frío abajo de 7°C estimadas por la ecuación de Da Mota (citado por MUÑOS-SANTAMARIA, 1969).

Durante 1992 y 1993 se llevaron a cabo en La Comarca Lagunera estudios, en un viñedo comercial del cv. Málaga Roja plantado en 1989. El sistema de poda es la combinación de un cordón bilateral corto, con 3 a 4 pulgares de dos yemas y una caña de 5 a 10 yemas en cada lado del cordón. El número de yemas dejadas en la poda se determina en base a la capacidad productiva de cada

planta, habiéndose ajustado a 20 yemas por kg de madera podada.

El producto comercial utilizado fue Dormex, que contiene el 49% de CNH y se aplica a las yemas con una brocha.

Los ocho tratamientos estudiados en 1992 fueron la combinación de, a) cuatro concentraciones de CNH: 0, 1, 2 y 3% y b) dos épocas de aplicación: el mismo día de la poda realizada el 24 de febrero y una semana después. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, en arreglo de parcelas divididas (split-plot), donde la parcela grande corresponde a la concentración de CNH y la parcela chica a la época de aplicación, siendo la unidad experimental de dos plantas.

Durante 1993, se estudió el efecto de la CNH al 2% (en base a los resultados de 1992), aplicada con brocha en diferentes fechas de poda y aplicada a diferente tiempo después de ésta práctica. Los 16 tratamientos evaluados fueron la combinación de a) cuatro fechas de poda: 12 y 26 de enero, 9 y 23 de febrero y b) cuatro fechas de aplicación: sin aplicar, el día de la poda, una semana después de poda y dos semanas después de poda. El diseño utilizado fue en bloques al azar con cuatro repeticiones, en arreglo de parcelas divididas, en el que la parcela grande corresponde a fechas de poda y la parcela chica al período de tiempo entre la poda y la aplicación de CNH, siendo la unidad experimental una planta.

Las variables evaluadas en los dos años de estudio son: dinámica de brotación de yemas (porcentaje de brotación de yemas a través de tiempo), porcentaje total de yemas brotadas, producción de uva y madera podada, peso medio de los racimos, bayas y cañas (sarmiento), así como el porcentaje de sólidos solubles (°Brix). Con excepción de la dinámica de brotación, los datos fueron

sometidos a análisis de varianza y la separación de medias con la prueba de t-DMS.

Para comparar la dinámica de brotación de yemas obtenida por efecto de los diferentes tratamientos, los porcentajes de brotación se ajustaron a la curva logística (ODUM, 1971) y las diferencias entre las curvas para definir su significación, fueron sometidas al análisis de covarianza, por lo que fue necesario linealizar el modelo logístico mediante la transformación con la función logaritmo natural (ZAR, 1974).

Resultados y discusión

Ciclo 1992

El ciclo 1992 se caracterizó por tener un invierno con el número de días nublados superior al promedio, lo que permitió temperaturas adecuadas para la acumulación de horas frío (HF), logrando sumar 367 HF,

según ecuación de Da Mota (citado por MUÑOZ-SANTAMARIA, 1969).

El efecto del buen invierno se reflejó en una brotación excelente, alcanzando al llevar a cabo la cuenta de las yemas brotadas valores de más del 100%, al brotar yemas latentes en la base de los pulgares y/o cañas, que no se habían contabilizado como yemas dejadas en la poda.

El análisis estadístico mostró que la interacción entre la concentración de CNH y la época de aplicación, no fue significativa para las variables estudiadas, siendo sus efectos independientes.

Concentración de CNH

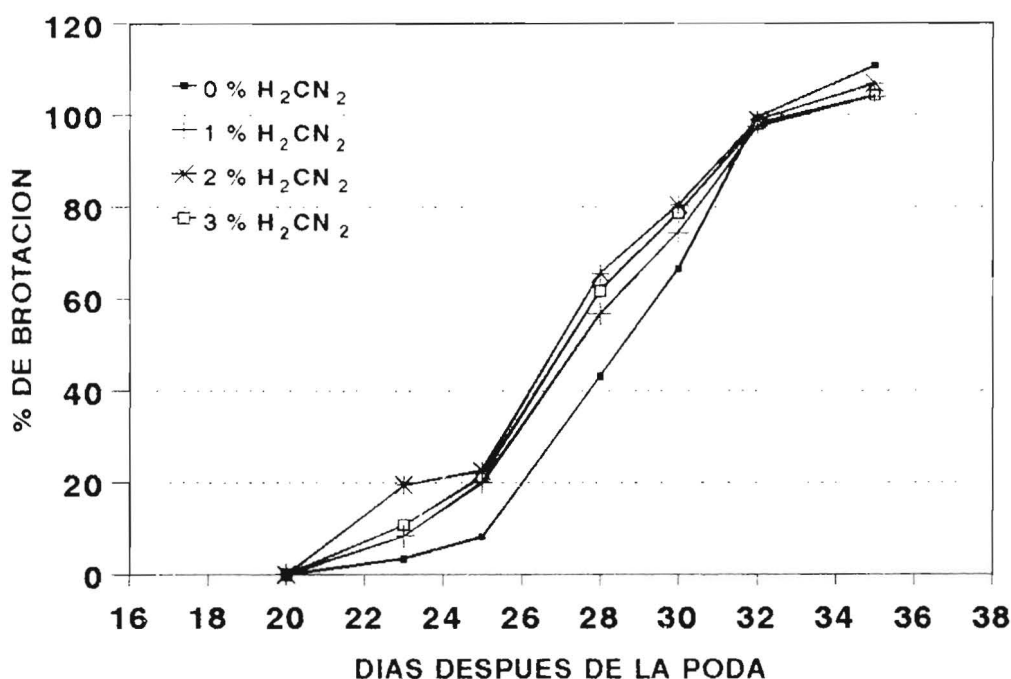
La dinámica de brotación por efecto de la concentración de CNH (Fig. 1), mostró una diferencia significativa ($P \leq 0,01$) en la velocidad de brotación en las plantas no tratadas contra aquellas a las que se aplicó CNH, especialmente en las primeras etapas, no habiendo diferencias significativas entre

CUADRO 1
EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CIANAMIDA HIDROGENADA SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL Cv. MÁLAGA ROJA. 1992

Variable	Concentración CNH (%)				Sign. ¹⁾
	0	1	2	3	
Yemas brotadas (%)	110,7	104,1	106,8	104,3	N.S.
Uva/Planta (kg)	4,6	5,8	4,1	5,7	N.S.
Peso Med. Racimo (gr)	403	404	460	422	N.S.
Peso Med. Bayass (gr)	4,9	4,9	5,1	4,9	N.S.
°Brix	17,3	17,4	18,0	17,3	N.S.
Madera/Panta (gr)	1959	1928	1553	1706	N.S.
Peso Med. Cañass (gr)	93 a ²⁾	80 ab	64 b	84 a	*

1) N.S. y * indican diferencias no significativas y significación al 5% respectivamente.

2) Separación de medias en líneas con la prueba de t-DMS al 5%.



PROMEDIO SOBRE FECHAS DE APLICACION

Fig. 1. Concentración de cianamida hidrogenada aplicada a la poda el 24 feb. en % de brotación de yemas del Cv. Málaga Roja, 1992

las concentraciones del 1 al 3% CNH. Los resultados obtenidos en esta región con Thompson Seedless en años anteriores muestran la misma tendencia (MANCILLA, 1991 y 1992), al igual que lo establecido por SMIT (1985) en África del Sur y por ZELLEKE y KLIEWER (1989) para California.

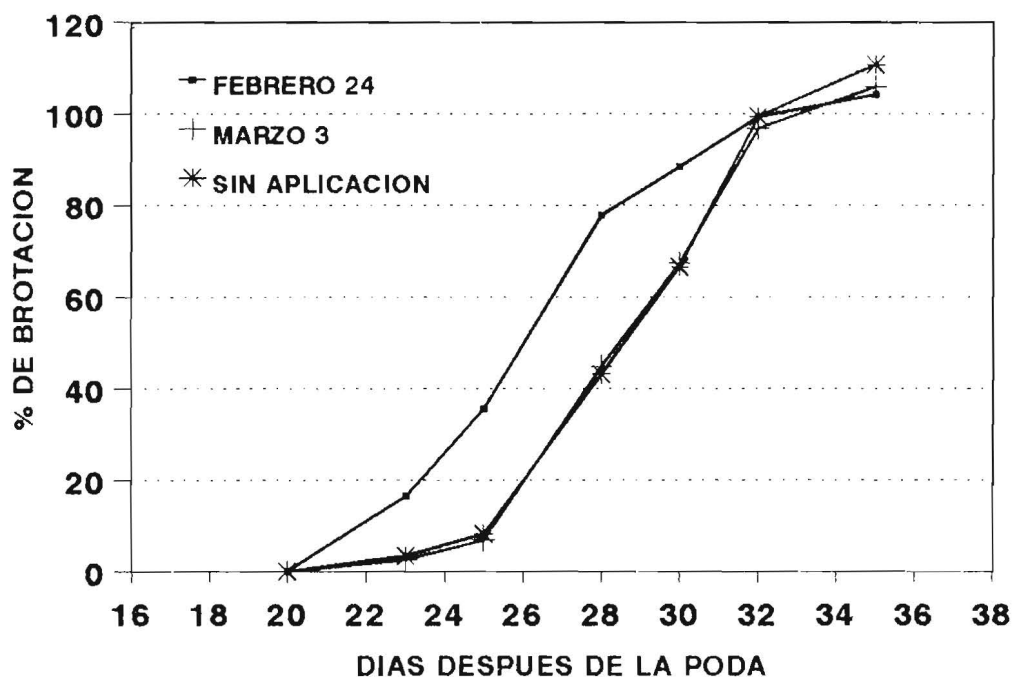
Con excepción del peso medio de las cañas, en el que 2% CNH lo reduce significativamente (debido a diferencia en vigor de las plantas más que al efecto del tratamiento), no hubo diferencia por efecto de la concentración de CNH sobre la brotación final obtenida, así como de las variables de producción de uva y madera (Cuadro 1).

Época de aplicación de la CNH

La dinámica de brotación de yemas influenciada por el tiempo que transcurre entre la poda y la aplicación de la CNH (Fig. 2), manifiesta una diferencia significativa ($P \leq 0,01$) entre la aplicación el día de la poda y la aplicación una semana después, siendo esta última igual a la brotación sin aplicar CNH.

Al igual que al evaluar diferentes concentraciones de CNH, el tiempo que transcurre entre la poda y la aplicación, no afectó significativamente las variables estudiadas.

Las mayores diferencias en la dinámica de brotación tanto por efecto de la concen-



PROMEDIO SOBRE CONCENTRACIONES DE CNH

Fig. 2. Fecha de aplicación de cianamida hidrogenada sobre % de brotación de yemas del Cv. Málaga Roja en poda del 24 de feb. de 1992

tración (Fig. 1) como por la época de aplicación de la CNH (Fig. 2) se presentan al inicio de la brotación, ya que el 100% de brotación se alcanzó con todos los tratamientos de 32 a 33 días después de la poda. Resultados similares fueron obtenidos por WILLIAMS (1987).

Ciclo 1993

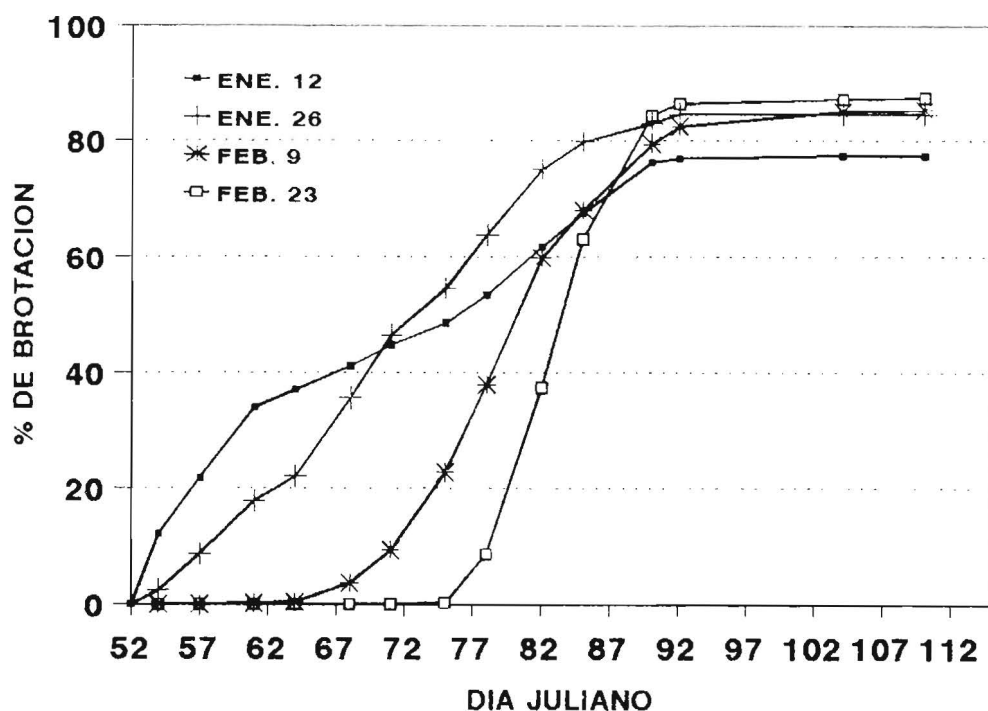
El ciclo 1993 se caracterizó por iniciar con un daño fuerte en las yemas, causado por las bajas temperaturas registradas durante el otoño en que la primera helada ocurrida el 27 de noviembre de 1992, alcanzó -5°C al abrigo, seguida por tres en forma consecutiva que registraron $-2,5$, $-1,5$ y

$-1,0^{\circ}\text{C}$ respectivamente. Además el invierno fue cálido, logrando acumular tan solo 155 H.F. (ecuación de Da Mota citado por MUÑOZ SANTAMARÍA, 1969).

El efecto tanto de la fecha de poda como de la época de aplicación de la CNH al 2% fueron independientes, ya que no fue significativa la interacción para ninguna de las variables estudiadas.

Fecha de poda

Bajo las condiciones climáticas de este ciclo se presentaron diferencias significativas en la dinámica de brotación de yemas por influencia de la fecha de poda cuando se



PROMEDIO SOBRE EPOCA DE APLICACION DE CNH

Fig. 3. Efecto de fecha de poda en % brotación de yemas del Cv. Málaga Roja. 1993

aplica CNH (Fig. 3), observándose que en el período estudiado ésta retrasa su inicio conforme la poda es más tardía, siendo las curvas de brotación de las podas de enero diferentes estadísticamente ($P \leq 0,01$) a las de febrero. Sin embargo, y acorde a lo encontrado por WILLIAMS (1987), en todas las fechas de poda la máxima brotación se alcanzó prácticamente a la misma fecha, entre los días 97 y 100 que correspondieron al 7 y 10 de abril respectivamente.

El análisis de covarianza de la dinámica de brotación que se obtuvo con las diferentes fechas de poda, en plantas que no fueron tratadas con CNH (Fig. 4), mostró que no hubo diferencias significativas entre la pen-

diente de las curvas, aún cuando las podas de enero iniciaron su brotación una semana antes que las de febrero. Con excepción de la poda del 9 de febrero, todas las fechas de poda alcanzaron su máxima brotación entre el día 99 y 102 (9 y 12 de abril).

El análisis del efecto de la fecha de poda en el comportamiento de 'Málaga Roja' (Cuadro 2), mostró que la poda del 12 de enero redujo significativamente la brotación final de yemas, acorde a lo establecido por SMIT (1985), no presentando diferencia las fechas del 26 de enero al 23 de febrero. La producción de uva sí presentó diferencias significativas, siendo la poda del 23 de febrero, similar a la del 9 de febrero y a su

CUADRO 2
EFECTO DE LA FECHA DE PODA CON APLICACIÓN DE CNH AL 2% SOBRE EL
COMPORTAMIENTO DEL Cv . MÁLAGA ROJA . 1993

Variable	Fecha de poda				SIGN.
	ENE. 12	ENE. 26	FEB. 9	FEB. 23	
Yemas brotadas (%)	77,4 b ²⁾	84,6 a	85,3 a	87,5 a	*
Uva/Planta (kg)	3,2 b	2,5 b	4,9 ab	6,1 a	**
Peso Med. Racimo (gr)	156 b	181 b	331 a	244 ab	*
Peso Med. Bayas (gr)	4,0	4,2	4,1	4,1	3)
°Brix Primera cosecha	15,2	15,4	14,5	13,1	3)
Primera cosecha (%)	47,6 ab	56,7 a	28,2 bc	19,0 c	*
Madera/Planta (gr)	1013	850	881	981	N.S.
Peso Med. Cañas (gr)	57	56	54	50	N.S.

- 1) N.S., *, y ** indican diferencias no significativas y significación al 5% y 1% respectivamente.
2) Separación de medias en líneas con la prueba de t-DMS al S/.
3) Muestra conjunta de las cuatro repeticiones.

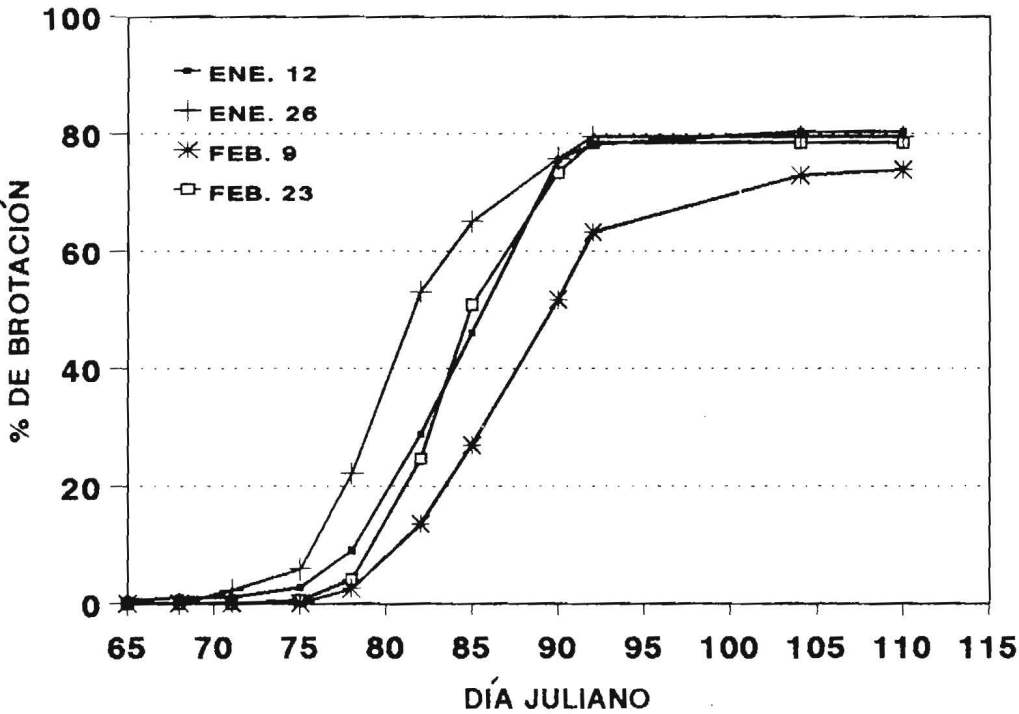
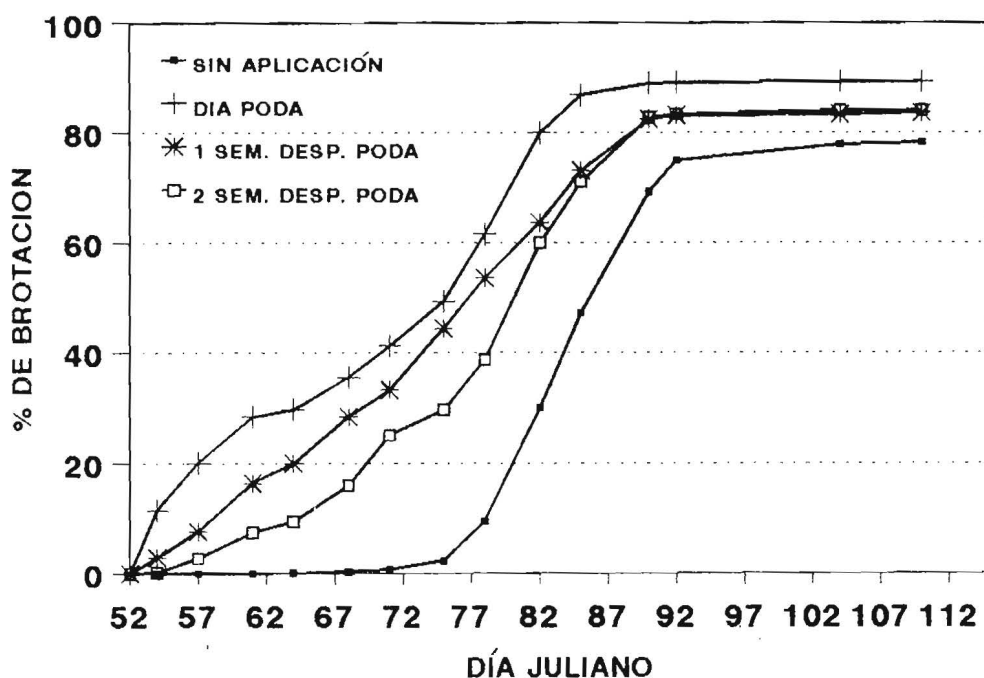


Fig. 4. Fecha de poda sobre % brotación de yemas sin aplicación de cianamida del Cv.
Málaga Roja. 1993



PROMEDIO SOBRE FECHAS DE PODA

Fig. 5. Época de aplicación de cianamida hidrogenada sobre % brotación de yemas del Cv. Málaga Roja. 1993

CUADRO 3
EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CNH AL 2% A DIFERENTES DÍAS
DESPUES DE PODA SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL Cv.
MÁLAGAROJA. 1993

Variable	Días después de poda				
	Sin apl.	0	7	14	ign. ¹⁾
Yemas brotadas (%)	78,1 b ²⁾	89,2 a	83,5 ab	84,0 ab	*
Uva/Planta (kg)	5,2	4,1	3,3	4,2	N.S.
Peso Med. racimo (gr)	281	206	244	181	N.S.
Peso Med. Bayas (gr)	4,1	4,2	4,0	4,1	3)
°Brix Primera Cosecha	14,0	15,3	14,3	14,6	3)
Primera cosecha (%)	32,3	46,6	27,8	44,8	N.S.
Madera/Planta (gr)	956	850	1056	863	N.S.
Peso Med. Cañas (gr)	56	54	57	49	N.S.

1) N.S. y se indican diferencias no significativas y significación al 5%, respectivamente.

2) Separación de medias en líneas con la prueba de t-DMS al 5%.

3) Muestra conjunta de las cuatro repeticiones.

vez ésta fue similar a las de enero. Sin embargo, con las podas de enero, en base a color se cosechó un porcentaje de uva significativamente más alto en la primera cosecha que con las podas de febrero; este adelanto en maduración se reflejó igualmente en el contenido de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$) acumulados a la primera cosecha.

Época de aplicación de la CNH

El efecto del tiempo que transcurre entre la poda y la aplicación de CNH en la dinámica de brotación de yemas (Fig. 5), reflejó diferencias significativas ($P \leq 0,01$) entre la aplicación de CNH al 2% (independiente del lapso poda-aplicación) y el testigo sin aplicación, iniciándose la brotación del testigo alrededor de 20 días después que las plantas tratadas. Bajo las condiciones de este ciclo, la aplicación el día de la poda fue diferente ($P \leq 0,01$) a la aplicación dos semanas después de poda. La información de este ciclo corrobora lo obtenido en el ciclo anterior, determinando que aplicaciones más cercanas a la poda aceleran la dinámica de brotación, pero obtienen la máxima brotación en fecha similar todos los tratamientos.

El tiempo entre la poda y la aplicación de la CNH sobre el comportamiento de 'Málaga Roja' (Cuadro 3), afectó sólo el porcentaje de brotación final, obteniéndose las brotaciones más altas cuando se aplicó la CNH el día de la poda, si bien la diferencia fue significativa solo al compararse con la del testigo sin aplicar. Las demás variables no mostraron diferencias significativas aún cuando se observa la tendencia a mayor producción en las plantas no aplicadas y a una producción más temprana cuando se aplica la CNH el día de la poda, reflejándose en mayor porcentaje de uva a primera cosecha

y mayor contenido en sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$).

Incrementos significativos en el porcentaje de brotación de yemas en vid con la aplicación de CNH, han sido constatados por SMIT (1985), WILLIAMS (1987) y PIRES et al. (1993). Así mismo, el adelanto en maduración de la uva ha sido registrado por otros investigadores en diferentes cultivares (BURNET, 1985; ANGULO et al., 1988; PIRES et al., 1993; SILLER et al., 1993).

Conclusiones

La información de dos ciclos de estudio con CNH en 'Málaga Roja', permiten establecer:

1° La CNH acelera el proceso de inicio de brotación de yemas, independientemente de la acumulación de frío o del daño en las yemas por bajas temperaturas. En el rango de concentración de 1 a 3% CNH estudiado, no hubo diferencia en la dinámica de brotación, producción y características de la uva y madera producida.

2° El tiempo que transcurre entre la poda y la aplicación de CNH, mostró ser importante para lograr el efecto deseado de la CNH. La aplicación el día de la poda mejoró la brotación final y tendió a adelantar la maduración de la fruta, en el ciclo de baja acumulación de frío y daño a las yemas por baja temperatura.

3° El efecto de la CNH en la dinámica de brotación se observa sólo en su inicio, ya que todos los tratamientos alcanzan su máxima brotación en un intervalo de 3 a 4 días.

4° En un ciclo con baja acumulación de frío y yemas dañadas por bajas temperatu-

ras, cuando se aplica CNH, la fecha de poda influyó en la dinámica de brotación, siendo ésta más precoz con las podas de enero que con las de febrero. La máxima brotación se alcanzó sin embargo a fecha muy similar.

5° La poda más temprana (12 de enero) redujo la brotación final obtenida. La producción de uva tendió a incrementarse conforme las podas fueron más tardías, sin embargo las podas de enero adelantaron la maduración.

Agradecimientos

Al Dr. Jesús Santamaría C. e Ing. Isidro Reyes J. por su participación en el análisis de los datos. Al Lic. Saúl Flores A. por su participación en la edición del manuscrito. Al Sr. Elías López M. por su apoyo técnico en el desarrollo de los experimentos.

Bibliografía

- ÁNGULO, M., MÁRQUEZ, A., DÍAZ MONTENEGRO, D.H., 1988. Producción de uva para mesa en Sonora. Mem. Primer Ciclo Int. Conf. sobre Vit., CIFAP-Laguna, I:1-11.
- BURNET, J.J., 1985. Advancing ripening of table grapes. Decid. Fruit Grow., 35(8), 281-283.
- DÍAZ, D.H., MARTÍNEZ, J.J., SHERMAN, W.B., 1986. Apple and peach production in warm climates of northwest Mexico. Fruit Var. Jour., 40(4), 121-125.
- EREZ, A., LAVEE, S., 1974. Recent advances in breaking the dormancy of deciduous fruit trees. Agr. Res. Organization, The Volcani Center, Rishon le Zillon, Israel. Series N° 259E.
- EREZ, A., LAVEE, S., SAMISH, R.M., 1971. Improved methods for breaking rest in the peach and other deciduous fruit species. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 96(4), 519-522.
- LUIS A., A., 1978. Effect of sprays with rest breaking substances in Red Delicious apple trees. Abst. XXth. Int. Hort. Cong., Sydney, Australia, N.º 1476.
- MANCILLA y D.I., R., 1991. Efecto de la cianamida de hidrógeno en yemas del Cv. de vid Thompson Seedless. Prog. y Mem. IV Cong. Nac., Soc. Mex. Cienc. Hort. A.C. p 230, N° 214.
- MANCILLA y D.I., R., 1992. Efecto de cianamida hidrogenada en yemas de vid Cv. Thompson Seedless dañadas por baja temperatura. Mem. XIV Cong. Nac. de Fitog., SOMEFI, p 210.
- MUÑOZ SANTAMARÍA, G., 1969. Evaluación de fórmulas para el cálculo de horas frío de algunas zonas frutícolas de México. Proceedings Trop. Reg. Am. Soc. Hort. Sci., XVII Ann. Meeting, Cali, Col., 13, 345-366.
- ODUM, E.P., 1971. Fundamentals of Ecology, 3a Ed., W.B. Sanders Co., Phyladelphia, pp. 184-185.
- PAIVA, E., ROBITAILLE, H.A., 1978. Breaking bud rest on detached apple shoots: effects of wounding and ethylene. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 103(1), 101-104.
- PIRES, E.J.P., TERRA, M.M., POMMER, C.V., PASSOS, I.R.S., NAGAI, V., 1993. Effect of increasing concentration of hydrogen cyanamide in breaking bud dormancy and in the yield of grapevine Italy (*Vitis vinifera* L.). Bull. de l'O.I.V., 66, (747-748), 348-363.
- SHULMAN, Y., NIR, G., FANBERSTEIN, L., LAVEE, S., 1983. The effect of cyanamide on the release from dormancy of grapevine buds. Scient. Hort., 19, 97-104.
- SILLER, J., OSORIO, G., BÁEZ, R., GARDEA, A., 1993. Requerimientos de frío y rompimiento del reposo en vid (*Vitis vinifera* L.). Mem. II Ciclo Int. Conf. Vit., Hermosillo, Son., México, 120-132.
- SMIT, C.J., 1985. Advancing and improving bud break in vines. Decid. Fruit Grow., 35(8), 271-278.
- STRYDOM, D.K., HONEYBORNE, G.E., 1980. The effect of rest breaking sprays on young Golden Delicious trees. Decid. Fruit Grow., 30(4), 126-130.
- WINKLER, A.J., COOK, J.A., KLIEWER, W.M. *Lider*, L.A., 1974. General Viticulture. 710 pp. Univ. of Calif. Press, Berkeley and Los Angeles, Cal., U.S.A.
- WILLIAMS, L.E., 1987. The effect of cyanamide on bud-break and vine development of Thompson Seedless grapevines in the San Joaquin Valley of California. Vitis 26, 107-113.

WOLAK, R.J., COUVILLON, G.A., 1976. Time to thiourea and KNO_3 application on the rest requirement and bud development in 'Lorin' peach. HortSci, 11(4), 400-402.

ZAR, J.H., 1974. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 228-235.

ZELLEKE, A., KLIEWER, W.M., 1989. The effects of hydrogen cyanamide on enhancing the time and amount of budbreak in young grape vineyards. Am. J. Enol. Vitic., 40(1), 47-51.

(Aceptado para publicación el 25 de agosto de 1994)

GRAMÍNEAS INFESTANTES DE LOS CEREALES DE INVIERNO DE CATALUÑA

J. Recasens

F. Riba

J. Izquierdo

R. Forn

A. Taberner

Dpto d'Hortofructicultura, Botànica i Jardineria

ETSEA, Universitat de Lleida

Secció de Malherbologia

Servei de Protecció dels Vegetals

Generalitat de Catalunya

LLEIDA

RESUMEN

Con el fin de estimar la importancia actual de las malas hierbas gramíneas en los cereales de invierno de Cataluña, se ha realizado una prospección por todas las comarcas cerealistas del territorio. Se han observado infestaciones por parte de alguna de dichas especies en el 61,4% de parcelas visitadas, cifra que significa que casi 200.000 ha mostrarían problemas por parte de estas malas hierbas. Las especies más problemáticas tanto por su frecuencia como por sus densidades medias de infestación son: *Lolium rigidum* Gaud., *Avena sterilis* L. subsp. *ludoviciana* (Durieu) Nyman, *Bromus diandrus* Roth, *Avena fatua* L. y *Avena sterilis* L. subsp. *sterilis*. Las dos primeras aparecen en más del 50% de parcelas visitadas tanto de secano como de regadío y constituyen más del 75% de las situaciones donde se han constatado infestaciones por parte de alguna mala hierba. La distribución de *Avena fatua* se da principalmente en zonas de clima más fresco y húmedo, mientras que la de *Avena sterilis* subsp. *sterilis* se corresponde con aquellas zonas de invierno más suave. Finalmente, las infestaciones por parte de *Bromus diandrus* se dan en la mayor parte de las comarcas cerealistas del interior, preferentemente en áreas de secano.

Palabras clave: Malas hierbas, Gramíneas, Cereales de invierno, Cataluña.

SUMMARY

GRASS WEEDS GROWING IN WINTER CEREALS OF CATALONIA

In order to know the present importance of grass weeds infestations in winter cereal crops in Catalonia, a survey in all the areas of the region has been done. Grass weeds infestations have been observed in 61.4% of the surveyed fields, which means that almost 200,000 ha of cereal are infested by these species. Among the most important because of frequency and infestation level, we can mention: *Lolium rigidum* Gaud., *Avena sterilis* L. subsp. *ludoviciana* (Durieu) Nyman, *Bromus diandrus* Roth, *Avena fatua* L. and *Avena sterilis* L. subsp. *sterilis*. *Lolium rigidum* and *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* have been found in more than 50% of the surveyed fields in both dryland and irrigated conditions. These species mean more than 75 % of the field infestations

by weeds. The distribution of *Avena fatua* is restricted to the areas with a cooler and wetter climate; while *Avena sterilis* subsp. *sterilis* is present in those regions with mild winters. Finally *Bromus diandrus* has been found in dryland continental regions .

Key words: Grass weeds, Winter cereal crops, Catalonia.

Introducción

La superficie dedicada al cultivo de cereales en Cataluña es aproximadamente de 320.000 ha (DARP, 1987). De éstas, unas 290.000 ha son en secano, en régimen de monocultivo y alrededor de 40.000 ha en regadío, formando parte de diferentes rotaciones. Los cereales que ocupan mayor extensión son la cebada (*Hordeum vulgare*) con 210.000 ha y el trigo (*Triticum aestivum*) con 100.000 ha. En un segundo lugar, con mucha menor importancia, se sitúan triticale (*x Triticosecale*), avena (*Avena sativa*) y centeno (*Secale cereale*), con unas 20.000 ha conjuntamente.

Ante la crítica situación económica que han vivido los monocultivos cerealistas en los últimos años, sus procesos de producción han sido optimizados al máximo con el fin de minimizar los costes y mejorar los beneficios obtenidos. El empleo de sistemas de laboreo de conservación, por ejemplo, parece haber permitido obtener notables reducciones tanto en costes como en impactos ambientales, sin embargo, el empleo de este tipo de prácticas ha llevado asociado el agravamiento de un problema ya existente, el aumento de la importancia de algunas malas hierbas.

En este sentido, el uso de herbicidas, de diferente naturaleza y selectividad, ha ido adquiriendo cada vez mayor protagonismo. En un principio fueron los herbicidas de tipo hormonal los más utilizados, los cuales promovieron un aumento de las gramíneas,

especialmente de los géneros *Lolium* y *Avena* (GARCÍA BAUDÍN, 1984); este hecho motivó en una segunda etapa, la aplicación de herbicidas derivados de la urea en mezcla con otras materias activas con el fin de conseguir herbicidas de amplio espectro. Actualmente se ha venido observando un claro aumento del uso de sulfonilureas para el control de dicotiledóneas, o bien en mezcla con otros herbicidas para ampliar su espectro en el control de gramíneas (SAYALERO, 1994). Finalmente, y en relación con el uso de técnicas de mínimo y no laboreo, se ha constatado igualmente un aumento del uso de herbicidas no selectivos y no persistentes aplicados en presiembra del cultivo para la eliminación de las malas hierbas y rizios del año anterior.

Como resultado de esta diversidad de técnicas de manejo y de control de la flora arvense en los cereales de invierno, ésta ha sufrido unos cambios cualitativos y cuantitativos importantes en las últimas décadas. A nivel de Cataluña han sido aportados unos primeros datos sobre los géneros *Avena* (RECASENS et al., 1990) y *Bromus* (RIBA et al., 1990a). Igualmente, una primera aproximación a la composición florística de la flora arvense de los cereales de invierno ha sido dada por RIBA et al. (1990b) a partir de las prospecciones realizadas por todo el área cerealista de Cataluña y en la que se pone de manifiesto el protagonismo adquirido por las gramíneas en estos cultivos. En el presente trabajo se exponen datos complementarios a aquél, que permiten cuantificar la

importancia actual de las gramíneas como infestantes de dichos cultivos y localizar geográficamente las áreas de mayor presencia de dichas especies.

Material y métodos

La prospección se realizó durante los meses de Junio y Julio de 1989 y en ella se visitaron un total de 526 campos de cereal, 462 en secano y 64 en regadío, correspondientes a 29 comarcas representativas del área cerealista de Cataluña (entre 0° 15' y 3° 15' long E Gr. y entre 40° 30' y 42° 30' lat. N) (figura 1). La prospección se realizó en base al criterio de una visita para cada 625 ha de cultivo de cereal. La selección de los puntos a prospectar se llevó a cabo previamente a partir de mapas de imágenes tomadas por satélite (E 1: 100.000) los cuales nos

permitieron identificar las áreas agrícolas, tanto de secano como de regadío, de todo el territorio. Con la ayuda de los datos de Estadística Agraria de cada municipio elaborados por el DARP, se determinó cuál era la superficie dedicada a cereal en cada uno de ellos. Posteriormente, y sobre el mapa topográfico, se delimitaron las zonas cerealistas del territorio, y se asignó, a cada cuadrícula UTM de 5x5 km, hasta un máximo de seis visitas según la proporción de superficie total dedicada al cultivo de cereal.

Para la estimación del grado de infestación de las parcelas visitadas, se realizó un transecto diagonal a lo largo del campo en cuyo recorrido se lanzaba un cuadro de 0,1 m² de superficie, un mínimo de 4 veces y un máximo de 10, y a intervalos de 10-25 metros según el tamaño del campo. Se des-

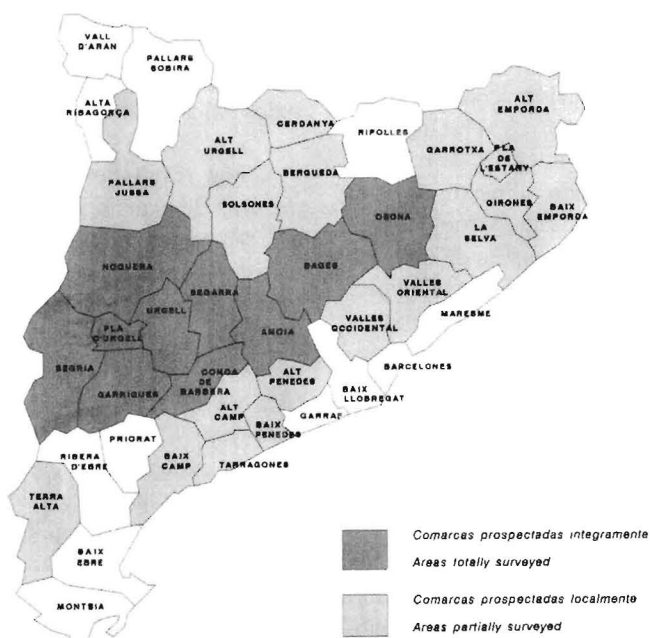


Figura 1. Comarcas cerealistas de Cataluña prospectadas
Figure 1. Catalan cerealistic areas surveyed

conocía si un campo había recibido o no tratamiento herbicida.

El grado de infestación de las diferentes especies en cada parcela se censó en panículas o espigas/m². Asimismo se dió un valor cualitativo de presencia en aquellos casos en que, habiendo sido observada la especie en el campo, generalmente a muy baja densidad o esporádicamente, no apareció ningún pie en los conteos efectuados con ayuda del cuadro.

Para la denominación de las especies se ha seguido la nomenclatura propuesta por TUTIN et al. (1980) y recogida igualmente por BOLOS et al. (1990).

Resultados

De los 526 campos visitados, 345 correspondieron a cebada (65,5%), 174 a trigo (33%), 5 a avena (1 %) y 2 a centeno (0,4%). En 421 campos (80%) se constató la presencia de al menos alguna gramínea arvense; en 323 de ellos se estimó como mínimo algún nivel de infestación, cifra que corresponde al 61,4% del total de campos prospectados. Asimismo en 98 campos se constató solamente la presencia de alguna gramínea aunque sin nivel de infestación aparente, cifra que representa el 18,6% del total de parcelas visitadas.

Se han censado un total de 27 gramíneas distintas (especies y subespecies) (cuadro 1). De éstas, 13 han sido observadas exclusivamente en secano y 3 en regadío, mientras que el resto (11) lo han sido en ambos tipos de regímenes. La gran mayoría de las especies pertenecen a la subfamilia de las *Festucoideae*, como es lógico dada su afinidad biológica y sistemática con las especies cultivadas, sin embargo, cabe citar la presencia nada desdeñable, de dos especies con

metabolismo fotosintético C₄, una *Chloridoideae* (*Cynodon dactylon*) y de una *Panicoidaeae* (*Sorghum halepense*); situación en principio no esperada, al tratarse de cultivos de invierno. Sin embargo, su naturaleza de plantas perennes, así como el momento de realización de la prospección (mayojunio), podría explicar su presencia y haber estimado, especialmente en el caso de la última especie, pies recién emergidos a partir de un rizoma subterráneo plurianual en zonas sometidas a rotación de cultivos.

Cabe citar asimismo, en áreas de secano, la presencia, aunque escasa, de algunas gramíneas de apetencia higrófila, tales como *Poa annua*, *Poa trivialis* o *Phragmites australis*. Este hecho corresponde a zonas cerealistas de la parte nororiental de Cataluña, donde a pesar de la ausencia de riego en el cultivo, la mayor pluviometría justificaría la presencia de las mismas.

Las 5 gramíneas más frecuentes han sido: *Lolium rigidum* (55%), *Avena sterilis* subsp. *Iudoviciana* (52%), *Bromus diandrus* (17%), *Avena fatua* (10%) y *Avena sterilis* subsp. *sterilis* (6%). Las 22 especies restantes han mostrado, cada una de ellas, unas frecuencias relativas siempre inferiores al 5 %, correspondiendo en la mayoría de las casos tan sólo a una o dos observaciones. En cuanto a las densidades de infestación de estas cinco especies más importantes (cuadro 2), tres de ellas (*Avena sterilis* subsp. *Iudoviciana*, *Avena sterilis* subsp. *sterilis* y *Lolium rigidum*) se han presentado más frecuentemente como especies nocivas que como plantas esporádicas.

Discusión

Tanto *Avena sterilis* subsp. *Iudoviciana* como *Lolium rigidum* han aparecido en más

CUADRO I
RELACIÓN DE GRAMÍNEAS INFESTANTES EN LOS CULTIVOS DE CEREALES DE
CATALUÑA Y PORCENTAJE DE CAMPOS DONDE LA ESPECIE HA SIDO
OBSERVADA

GRASS WEEDS OF CEREALS IN CATALONIA
AND PERCENTAGE OF FIELDS WHERE EACH SPECIES WAS OBSERVED

	Secano (%)	Regadío (%)	Total (%)
<i>Lolium rigidum</i>	55,62	50,00	54,94
<i>Avena sterilis</i> ssp. <i>ludoviciana</i>	52,59	48,43	52,09
<i>Bromus diandrus</i>	16,88	15,62	16,73
<i>Avenafatua</i>	9,74	15,62	10,45
<i>Avena sterilis</i> ssp. <i>sterilis</i>	6,49	3,12	6,28
<i>Cynodon dactylon</i>	1,30	—	2,10
<i>Bromus sterilis</i>	1,52	4,69	1,90
<i>Alopecurus myosuroides</i>	1,08	—	1,71
<i>Avena sativa</i>	1,52	—	1,33
<i>Poa annua</i>	0,22	4,69	0,95
<i>Sorghum halepense</i>	0,65	3,13	0,95
<i>Bromus madritensis</i>	0,87	—	0,76
<i>Poa pratensis</i>	—	3,13	0,76
<i>Agropyron repens</i>	0,43	—	0,57
<i>Bromus hordeaceus</i>	0,22	3,13	0,57
<i>Bromus rubens</i>	0,65	—	0,57
<i>Phragmites australis</i>	0,22	3,13	0,57
<i>Hordeum murinum</i>	0,65	—	0,38
<i>Lolium multiflorum</i>	0,22	1,56	0,38
<i>Aegilops geniculata</i>	0,22	—	0,19
<i>Avena barbata</i>	0,22	—	0,19
<i>Bromus squarrosus</i>	0,22	—	0,19
<i>Bromus tectorum</i>	0,22	—	0,19
<i>Koeleria phleoides</i>	0,22	—	0,19
<i>Phleum paniculatum</i>	—	1,56	0,19
<i>Phalaris canariensis</i>	—	1,56	0,19
<i>Poa trivialis</i>	0,22	—	0,19

del 50 % de campos visitados tanto en secano como en regadío. Por su parte, mientras *Avena sterilis* subsp. *sterilis* y *Bromus diandrus*, independientemente de su nivel de infestación, han sido más frecuentes en situaciones de secano, *Avena fatua* se ha

presentado con mayor frecuencia en campos de regadío. Si exceptuamos aquellos casos donde la especie aparece pero sin mostrar una infestación aparente, la clase de frecuencia mayor se corresponde, según las especies, con aquella densidad de infesta-

CUADRO 2
NIVELES DE INFESTACIÓN, EN SECANO Y REGADÍO, DE LAS CINCO ESPECIES MÁS IMPORTANTES

INFESTATION LEVELS, IN DRY AND IRRIGATED LAND, OF THE MORE IMPORTANT FIVE SPECIES

	Avena sterilis ssp. ludoviciana			Avena sterilis ssp. sterilis			Avena fatua			Bromus diandrus			Lolium rigidum		
	N.º de campos			N.º de campos			N.º de campos			N.º de campos			N.º de campos		
Paniculas o Espigas/m ²²	S	R	T	S	R	T	S	R	T	S	R	T	S	R	T
0,1*	107	12	119	13	2	15	29	5	34	48	5	53	45	13	58
0,2 - 5	41	8	49	8	—	8	6	4	10	11	5	16	25	2	27
6- 15	39	3	42	2	—	2	5	1	6	6	—	6	44	4	48
16-30	31	2	33	3	—	3	3	—	3	11	—	11	39	3	42
31-50	10	4	14	1	—	1	2	—	2	—	—	—	30	5	35
51-100	12	1	131	2	—	2	—	—	—	2	—	2	28	5	33
> 100	3	1	4	1	—	1	—	—	—	—	—	—	46	—	46
Total	243	31	274	30	2	32	45	10	55	78	10	88	257	32	289

* Nivel de infestación medio considerado para cuando se ha detectado la presencia de la especie en el campo, pero cuya densidad no ha sido estimada por ser ésta inapreciable.

CUADRO 3
NÚMERO DE CAMPOS, PARA CADA ESPECIE Y COMARCA, EN FUNCIÓN DEL NIVEL DE INFESTACIÓN. (SECANO)
NUMBER OF FIELDS, FOR EACH SPECIES AND AREA, IN FUNCTION OF THEM INFESTATION LEVEL. (DRY LAND)

Comarca:	AC	AE	AP	AU	AN	BG	BE	BR	CB	GR	GX	GI	LS	NO	OS	PJ	PE	SG	SE	SO	TA	TG	UR	VC	VR
N.º de campos visitados	5	15	6	3	40	35	15	9	27	6	4	10	6	68	24	13	6	67	20	19	2	1	42	6	7
<i>Avena sterilis</i>																									
<i>spp ludoviciana</i>																									
Presencia	3	—	3	—	8	9	1	3	14	2	1	1	1	14	2	5	1	18	6	5	—	1	9	—	—
Débil < 5 pan/m ²	1	1	—	1	3	6	1	1	2	—	1	3	—	4	2	2	—	5	1	1	1	—	5	—	—
Notable 5-30 "	—	1	2	—	11	7	—	—	7	—	—	1	1	13	4	1	2	9	—	1	—	—	10	—	—
Severa > 30 "	—	—	—	—	2	3	1	—	1	1	—	1	1	2	3	1	1	4	—	1	—	—	5	—	—
<i>Avena sterilis</i>																									
<i>spp. sterilis</i>																									
Presencia	—	2	—	—	1	—	4	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	1
Débil < 5 pan/m ²	—	2	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	3	—
Notable 5 - 30 "	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2
Severa > 30 "	—	2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>Avena fatua</i>																									
Presencia	—	1	1	—	—	3	1	4	2	—	—	1	—	2	3	5	1	—	1	2	—	—	—	—	2
Débil < 5 pan/m ²	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1	—
Notable 5 - 30 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Severa > 30 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Bromus diandrus</i>																									
Presencia	—	—	—	—	7	2	—	1	3	1	—	—	—	15	—	—	—	11	1	3	—	—	4	—	—
Débil < 5 pan/m ²	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	4	—	—	—	1	—	—	—	—	4	1	—
Notable 5 - 30 "	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	6	—	—	—	4	1	1	—	—	2	—	—
Severa > 30 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Lolium rigidum</i>																									
Presencia	—	—	—	—	3	5	1	2	7	—	—	4	1	2	—	3	1	3	2	2	1	—	6	—	2
Débil < 5 esp/m ²	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	1	7	1	—	—	7	2	—	1	—	3	—	—
Notable 5 - 30 "	3	2	1	—	11	2	—	3	1	2	—	1	—	18	4	1	1	15	3	2	—	—	11	1	1
Severa > 30 "	1	5	1	—	9	8	6	—	5	3	1	1	3	16	2	1	2	14	7	3	—	—	14	—	2

AC: Alt Camp; AE: Alt Empordà; AP: Alt Penedès; AU: Alt Urgell; AN: Anoia; BG: Bages; BE: Baix Empordà; BR: Berguedà; CB: Conca de Barberà; GR: Garrigues; GX: Garrotxa; GI: Gironès; LS: La Selva; NO: Noguera; OS: Osona; PJ: Pallars Jussà; PE: Pla d'Estany; SG: Segarra; SE: Segrià; SO: Solsonès; TA: Terra Alta; TG: Tarragonès; UR: Urgell; VC: Vallès Occidental; VR: Vallès Oriental.

ción comprendida entre 0,2 y 5 panículas/m² o entre 6 y 15 panículas/m². Asimismo, a medida que consideramos niveles de infestación cada vez mayores por parte de estas especies, disminuye la probabilidad de encontrar algún campo en esta situación, a excepción de *Lolium rigidum*, donde la probabilidad de encontrarla con una densidad de infestación comprendida, por ejemplo, entre 6 y 15 espigas/m², ha sido prácticamente la misma (aproximadamente de un 10%) que la de encontrar un campo con una infestación superior a 100 espigas/m².

Independiente de su nivel de presencia o infestación, *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* y *Lolium rigidum* han sido observadas en secano, en más del 90% de las comarcas cerealistas consideradas (cuadro 3); por el contrario, la distribución geográfica de las tres especies restantes no es igual de uniforme ya que *Avena fatua* aparece en poco más de dos terceras partes del total de comarcas consideradas y *Avena sterilis* subsp. *sterilis* y *Bromus diandrus* han sido observadas escasamente en la mitad de las mismas. Cuando se constata la presencia de *Avena fatua*, ésta se ha mostrado en la mayoría de los casos como una planta esporádica, y a menudo, en campos donde se han observado notables infestaciones por parte de sus otros dos congéneres. Mientras que las densidades de infestación más frecuentemente observadas para *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* se sitúan en valores inferiores a las 30 panículas/m², para *Lolium rigidum*, por el contrario, no es extraño constatar infestaciones muy severas, normalmente superiores a 30 espigas/m² e incluso a 100 espigas/m² en algunos casos.

En regadío (cuadro 4), tan solo *Avena sterilis* subsp. *sterilis* y *Lolium rigidum* parecen mostrarse como gramíneas problemáticas, ya que para las tres gramíneas res-

tantes apenas se han observado infestaciones significativas en las diferentes comarcas prospectadas.

La representación geográfica de las infestaciones que han sido estimadas refleja que las especies más ampliamente distribuidas son *Lolium rigidum* (figura 2) y *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* (figura 3). Ambas se presentan en la práctica totalidad de comarcas cerealistas de Cataluña, mostrando la primera de ellas, cualquier magnitud de infestación tanto en secano como en regadío, mientras que la segunda restringe sus infestaciones, en las comarcas más occidentales (Segrià y Pla d'Urgell), a los campos de cereal de regadío. La distribución geográfica de las principales infestaciones observadas para *Avena sterilis* subsp. *sterilis* (figura 4) se centran en comarcas litorales tales como l'Alt y Baix Empordà, así como en ambas comarcas del Vallès, distribución que parece explicar su preferencia por zonas de invierno más suave que las del interior. *Avena fatua* presenta una distribución más irregular (figura 5) si bien ésta parece reflejar la preferencia de esta especie por aquellos territorios de mayor altitud, y por lo tanto más frescos. Esto podría explicar su presencia en zonas montañosas de Osona, el Berguedà, el Solsonès, la Noguera o el Pallars Jussà. Su presencia puntual en comarcas más meridionales tales como el Segrià o el Pla d'Urgell se da únicamente en campos de regadío. *Bromus diandrus*, por su parte, aún estando presente en diferentes comarcas, presenta sus infestaciones más graves en aquellos campos de secano de las comarcas centrales de Cataluña (figura 6) tales como la Noguera, la Segarra, el Solsonès y l'Urgell. Su presencia en regadío es anecdótica.

La infestación simultánea por parte de dos o más especies de entre las 5 gramíneas más importantes ha sido también frecuente

CUADRO 4
NÚMERO DE CAMPOS, PARA CADA ESPECIE Y COMARCA, EN FUNCIÓN DEL NIVEL DE INFESTACIÓN. (REGADÍO)

NUMBER OF FIELDS. FOR EACH SPECIES AND AREA, IN FUNCTION OF THEM INFESTATION LEVEL. (DRYLAND)

Comarca:		AU	AE	BE	GR	NO	PU	SE	UR
N.º de campos visitados:		1	1	2	4	11	11	25	8
<i>Avena sterilis ssp. ludoviciana</i>									
Presencia		—	—	—	1	1	4	4	2
Débil < 5	pan/m ²	—	—	—	—	1	1	5	
Notable 5 - 30	“	—	—	—	1	1	1	2	
Severa > 30	“	—	—	1	—	—	1	4	
<i>Avena sterilis ssp. sterilis</i>									
Presencia		—	1	—	—	—	—	—	1
Débil < 5	pan/m ²	—	—	—	—	—	—	—	—
Notable 5 - 30	“	—	—	—	—	—	—	—	—
Severa > 30	“	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Avena fatua</i>									
Presencia	—	—	—	1	—	—	1	3	
Débil < 5	pan/m ²	—	—	—	—	1	—	3	—
Notable 5 - 30	“	—	—	—	1	—	—	—	—
Severa > 30	“	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Bromus diandrus</i>									
Presencia		—	—	—	2	2	—	1	—
Débil < 5	pan/m ²	—	—	—	—	2	1	1	1
Notable 5 - 30	“	—	—	—	—	—	—	—	—
Severa > 30	“	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lolium rigidum</i>									
Presencia	esp/m ²	1	—	—	—	3	1	7	1
Débil < 5	“	—	—	—	—	1	1	—	—
Notable 5 - 30	“	—	—	—	1	2	—	3	1
Severa > 30	“	—	—	—	1	2	1	5	1

AE: Alt Urgell; AE: Alt Empordà; BE: Baix Empordà; GR: Garrigues; NO: Noguera; PU: Pla d'Urgell; SE: Segrià; UR: Urgell.

(cuadro 5). La simultaneidad entre *Lolium rigidum* y *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* ha sido observada en más del 30% de las parcelas que mostraban algún nivel de infestación. En un 13% más de campos, además de estas dos especies, presentaban

nocividad, bien *Bromus diandrus* o bien *Avena fatua*. En cambio el protagonismo individual por parte de algunas de estas gramíneas sólo ha sido observado en un 16% de los campos para *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* y en un 13 % para *Lolium rigi-*

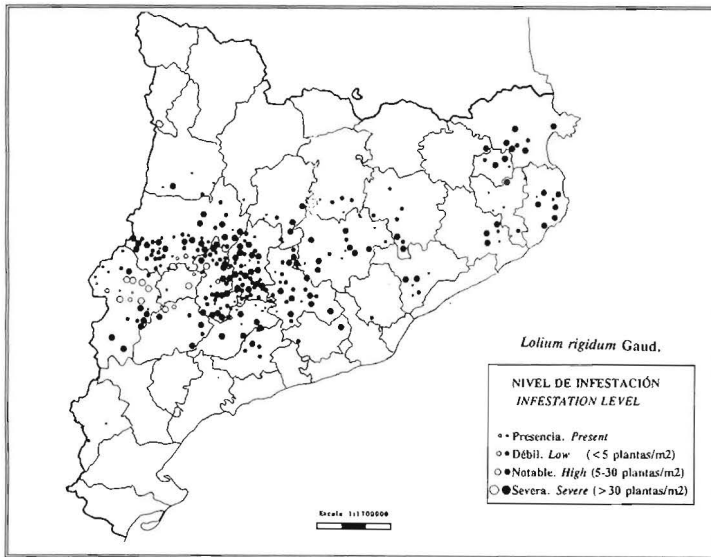


Figura 2. Distribución geográfica y niveles de infestación de *Lolium rigidum* Gaud. Círculos negros: secano; círculos blancos: regadío

Figure 2. Geographic distribution and infestation levels of *Lolium rigidum* Gaud. Black circles: dry lands; white circles: irrigated lands

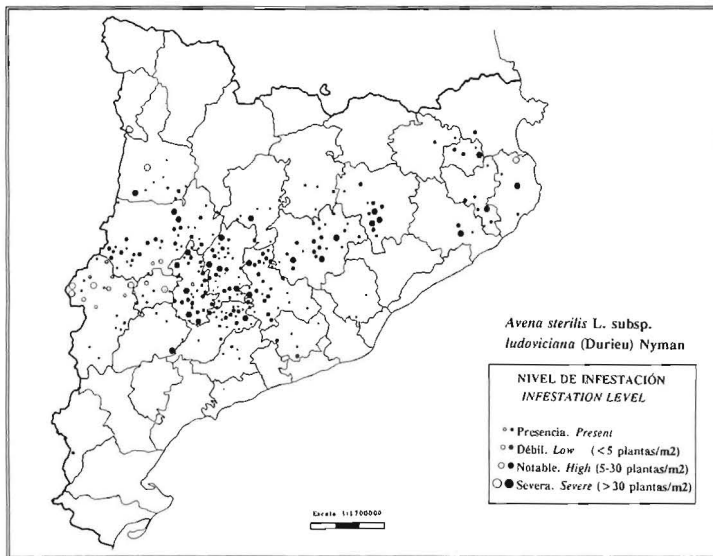


Figura 3. Distribución geográfica y niveles de infestación de *Avena sterilis* L. subsp. *ludoviciana* (Durieu) Nyman. Círculos negros: secano; círculos blancos: regadío

Figure 3. Geographic distribution and infestation levels of *Avena sterilis* L. subsp. *ludoviciana* (Durieu) Nyman. Black circles: dry lands; white circles: irrigated lands

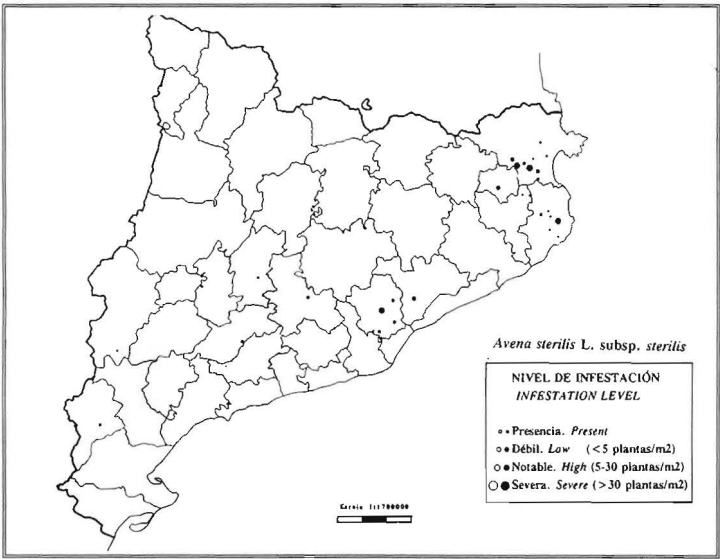


Figura 4. Distribución geográfica y niveles de infestacion de *Avena sterilis* L. subsp. *sterilis*. Círculos negros: secano; círculos blancos: regadío
Figure 4. Geographic distribution and infestation levels of *Avena sterilis* L. subsp. *sterilis*. Black circles: dry lands; white circles: irrigated lands

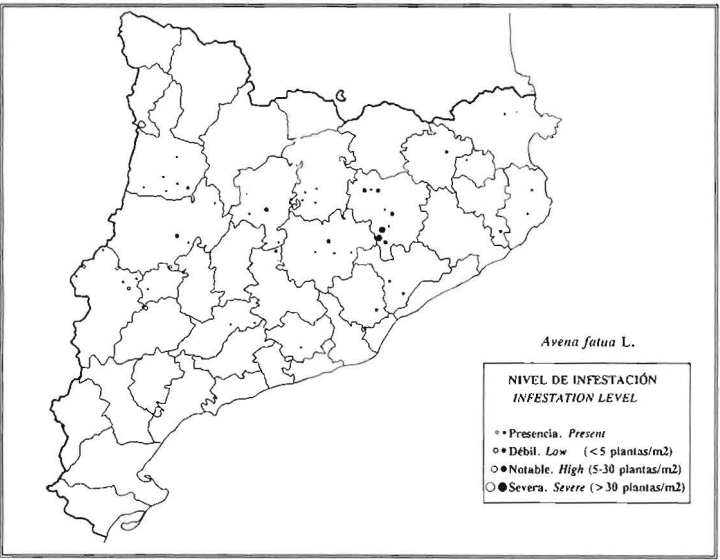


Figura 5. Distribución geográfica y niveles de infestacion de *Avena fatua* L. Círculos negros: secano; círculos blancos: regadío
Figure 5. Geographic distribution and infestation levels of *Avena fatua* L. Black circles: dry lands; white circles: irrigated lands

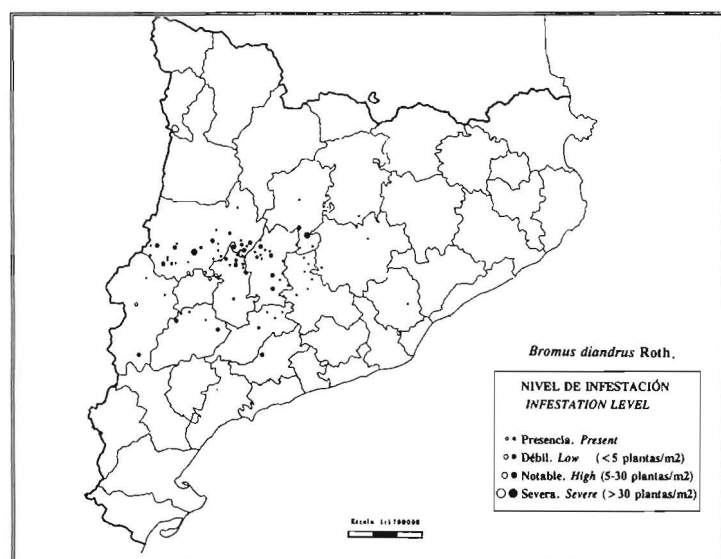


Figura 6. Distribución geográfica y niveles de infestación de *Bromus diandrus* Roth. Círculos negros: secano; círculos blancos: regadío

Figure 6. Geographic distribution and infestation levels of *Bromus diandrus* Roth. Black circles: dry lands; white circles: irrigated lands

dum. En ninguna parcela se ha observado una presencia simultánea por parte de estas 5 especies consideradas.

Las densidades medias de infestación y su contribución específica a la infestación total (%CEIT) de las 10 especies más importantes estimadas en esta prospección se presentan en el cuadro 6, y en él se incluyen también los valores correspondientes a las dicotiledóneas presentes y aportados en su día por RIBA et al. (1990b). Las cinco gramíneas consideradas están presentes en esta ordenación, donde sobresale especialmente *Lolium rigidum* con una densidad media de 60 espigas/m², seguido de *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana*, con 22 panículas/m². La densidad observada para *Avena sterilis* subsp. *sterilis* aún siendo notable (23 panículas/m²) representa una aportación débil a la infestación total, dado el menor

número de campos donde ha aparecido. Igualmente la aportación por parte del resto de especies es poco significativa, en ningún caso superior al 3%. Por lo que respecta a la contribución acumulada (%CEIT acumulada) se ha estimado que el 90 % del total de infestaciones observadas en el territorio corresponden a sólo nueve especies, entre ellas las cinco gramíneas consideradas, y que el 75% de estas infestaciones están protagonizadas por tan solo dos especies: *Lolium rigidum* y *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana*.

Conclusiones

El 80% de los campos de cereales de invierno de Cataluña presentan alguna gramínea entre su flora arvense, y se han observado infestaciones por parte de alguna de ellas en el 61,4% de parcelas del territorio,

CUADRO 5
NÚMERO DE CAMPOS DONDE SE HA OBSERVADO LA INFESTACIÓN
INDIVIDUAL O SIMULTÁNEA DE LAS CINCO GRAMÍNEAS MÁS IMPORTANTES
*NUMBER OF FIELDS WHERE AN INDIVIDUAL OR SIMULTANEOUS INFESTATION
OF THE FIVE MORE IMPORTANT SPECIES HAS BEEN OBSERVED*

	n.º campos	%
<i>Lolium rigidum</i> + <i>Avena sterilis</i> ssp <i>ludoviciana</i>	127	31,2
<i>Avena sterilis</i> ssp <i>ludoviciana</i>	67	16,5
<i>Lolium rigidum</i>	55	13,5
<i>Lolium rigidum</i> + <i>Avena sterilis</i> ssp <i>ludoviciana</i> + <i>Bromus diandrus</i>	40	9,9
<i>Lolium rigidum</i> + <i>Bromus diandrus</i>	22	5,4
<i>Avena sterilis</i> ssp <i>ludoviciana</i> + <i>Avena fatua</i>	16	3,9
<i>Bromus diandrus</i>	14	3,4
<i>Lolium rigidum</i> + <i>Avena sterilis</i> ssp <i>ludoviciana</i> + <i>Avena fatua</i>	14	3,4
<i>Lolium rigidum</i> + <i>Avena sterilis</i> ssp <i>sterilis</i>	10	2,5
<i>Avena sterilis</i>	7	1,7
<i>Lolium rigidum</i> + <i>Avena fatua</i>	7	1,7
<i>Avena fatua</i>	6	1,5
Otras	22	5,4
	407	100

cifra que vendría a significar situaciones con problemas de infestación en casi 200.000 ha.

De las 27 especies observadas cinco de ellas son las más problemáticas tanto por sus valores de frecuencia relativa como por sus densidades de infestación. Por orden decreciente son: *Lolium rigidum*, *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana*, *Bromus diandrus*, *Avena fatua* y *Avena sterilis* subsp. *sterilis*. Las dos primeras aparecen en más del 50% de campos del territorio tanto de secano como de regadío, y se distribuyen ampliamente en más del 90% de las comarcas cerealistas de secano.

Lolium rigidum es la especie arvense más nociva de los cereales de invierno de Cataluña. Su amplia distribución viene acompañada a menudo por densidades de infestación altamente nocivas, en algunos

casos incluso superiores a las 100 espigas/m². Estas observaciones vienen a confirmar los datos aportados por GARCÍA BAUDÍN (1982) sobre su importante presencia en la mitad norte de la Península Ibérica.

La aptitud submediterránea o incluso mediterránea continental de *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana*, le permite extenderse por casi todo el territorio cerealista de Cataluña, desde zonas más litorales como el Empordà hasta otras más montañas como el Solsonès o los Pallars, pasando por las zonas interiores de invierno frío como el Segrià, l'Urgell o la Segarra. Su predominio en los cereales del territorio (52%) coincide prácticamente con los datos aportados por AIBAR (1988) para las vecinas tierras de Aragón. Se ha constatado un gradiente fenológico en función de la altitud y de la latitud de las comarcas donde aparece. Puede encontrarse en fruto desde el mes de mayo,

CUADRO 6
 INFESTACIONES MEDIAS Y CONTRIBUCIÓN A LA INFESTACIÓN TOTAL
 (% CEIT)(2) POR PARTE DE LAS MALAS HIERBAS MÁS IMPORTANTES
 AVERAGE INFESTATION AND CONTRIBUTION TO TOTAL INFESTATION
 (% CEIT)2 BY THE MORE IMPORTANT WEEDS

Especies	$\bar{X}$	a	%CEIT	%CEIT acumul.
<i>Lolium rigidum</i>	60,3	81,5	60,1	60,1
<i>Avena sterilis</i> p <i>ludoviciana</i>	21,9	19,5	15,2	75,3
<i>Polygonum aviculare</i>	7,8	8,4	2,6	77,9
<i>Polygonum convolvulus</i>	11,7	23,0	2,2	80,1
<i>Papaver rhoeas</i>	7,6	19,2	2,2	82,3
<i>Bromus diandrus</i>	13,6	15,3	2,0	84,3
<i>Galium</i> spp.	13,5	18,5	2,0	86,3
<i>Avena sterilis</i> ssp <i>sterilis</i>	22,9	31,8	1,4	87,7
<i>Convolvulus arvensis</i>	3,6	3,5	1,4	89,1
<i>Avena fatua</i>	6,7	6,1	0,8	89,9

(1) La densidad media se ha estimado sólo a partir de los valores de densidad estimados en el campo (espigas o panículas/m² para gramíneas y pies/m² para dicotiledóneas). En este cálculo no se ha considerado la simple presencia de la especie.

(2) %CEIT representa el cociente (en forma de porcentaje) entre la suma de las diferentes densidades observadas para una especie concreta y la suma de las diferentes densidades observadas para todas las especies que presentaban infestación.

en aquellos territorios más cálidos y meridionales, hasta el mes de julio en aquellos otros más frescos y montanos.

La distribución de *Avena fatua* se da principalmente por las áreas de clima más fresco coincidiendo con aquellas comarcas más montanas, de carácter subhúmedo, donde la precipitación es más frecuente. Observaciones similares han sido confirmadas por AIBAR (1988) en Aragón. Este hecho podría explicar asimismo su presencia, aunque ocasional, en áreas de regadío marcadamente mediterráneas como l'Urgell o el Segrià. Sin embargo, debe considerarse igualmente la influencia de la temperatura invernal sobre la germinación y establecimiento de esta especie (JAUZEIN y MONTEGUT, 1983) para justificar su distribución.

Avena sterilis subsp. *sterilis*, debido a su carácter más termófilo y a su vez mediterráneo, se muestra menos tolerante al frío que la subespecie *ludoviciana* (JAUZEIN y MONTEGUT, 1983). Este hecho condicionaría su área de distribución casi restringida a las comarcas cerealistas más orientales de Cataluña, y a su vez litorales, las cuales gozan de un invierno más suave.

La distribución geográfica de *Bromus diandrus* se da por la mayor parte de las comarcas cerealistas en general más cálidas y meridionales. Sus infestaciones tienen notable relevancia, siempre en secano, en las zonas situadas entre las comarcas de la Noguera, la Segarra y l'Urgell. Su proliferación parece estar relacionada con la implantación de técnicas de mínimo o no laboreo y

acentuada por la ausencia de un herbicida selectivo (HARRADINE, 1986).

En definitiva, los campos de cereal de invierno de Cataluña muestran una notable diversidad florística en cuanto a gramíneas. Sin embargo, el protagonismo en cuanto a la nocividad que dichas especies pueden presentar, queda restringido prácticamente a dos de ellas: *Lolium rigidum* y *Avena sterilis* subsp. *tudoviciana*. Sus densidades medias de infestación así lo atestiguan: 60 espigas/m² para la primera y 22 panículas/m² para la segunda. Cabe mencionar asimismo, que el 75 % de los casos donde se han constatado infestaciones, éstas son causadas por una de dichas especies.

Parece preciso asimismo un estudio más profundizado acerca de las pautas que rigen la distribución de estas malas hierbas por nuestro territorio. Esta información unida a la que puedan aportar estudios acerca de la biología de estas gramíneas, especialmente en clima mediterráneo, deben ayudar, sin duda, a establecer métodos de control más eficaces y a optimizar los ya existentes.

Bibliografía

- AIBAR, J., 1988. Biología y control de la avena loca en Aragón. Tesis Doctoral. E.T.S. Ingenieros Agrónomos. Madrid. 203 pp.
- BOLÒS, O. de VIGO, J., MASALLES, R., NINOT, J., 1990. Flora manual dels Països Catalans. Ed. Porcic. Barcelona. 1247 pp.
- DARP, 1987. L'agricultura a les comarques de Catalunya. Superfícies i Producció. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Generalitat de Catalunya. Barcelona. 123 pp.
- GARCÍA-BAUDIN, J., 1982. Importancia de los "vallicos" en los cereales de invierno españoles. Boletín del Servicio de Plagas. 8. 179-184.
- GARCÍA-BAUDIN, J., 1984. Espèces adventices graminées dans les céréales d'hiver (blé et orge) espagnoles. Proc. EWRS 3rd Symposium on Weed Problems in the Mediterranean Area. 2. 389-396. Oeiras.
- HARRADINE, A.R., 1986. Seed longevity and seedling establishment of *Bromus diandrus* Roth. Weed Research. 26. 173-180.
- JAUZEIN, P., MONTEGI T. J., 1983. Graminées (Poaceae) nuisibles en agriculture. Ed. S.E.C.N., 538 pp.
- RECASENS, J., AIBAR, J., FORN R., RIBA, F., TABERNER, A., IZQUIERDO, J., OCHOA, M.J., ZARAGOZA, C., 1990. Distribution and abundance of the species of the genus *Avena* L. as a weeds in winter cereals in the north east of Spain. Proc. EWRS Symposium 1990 "Integrated Weed Management in Cereals". 77-84. Helsinki.
- RIBA, F., RECASENS, J., TABERNER, A., 1990a, Ecological basis for establishment of an IWMS in a cereal growing area infested with brome grass (*Bromus* L.) in Catalonia (Spain). Proc. EWRS Symposium 1990 "Integrated Weed Management in Cereals". 69-75. Helsinki.
- RIBA, F., RECASENS, J., TABERNER, A., 1990b, Flora arvensis de los cereales de invierno de Cataluña (I). Actas Reunión 1990 de la Sociedad Española de Malherbología. 239-246. Madrid.
- SAYALERO, C., 1994. Malas hierbas en cereales y su control. Las sulfonilureas. Phytoma España. 63. 90-91.
- TUTIN, T.G., HEYWOOD, V.H., BURGESS, V.H., VALENTINE, D.H., WALTERS, S.M., WEBB, D.A., 1980. Flora Europaea, Vol 5. Cambridge University Press. 452 pp.

(Aceptado para publicación el 15 de febrero de 1996)

RESISTENCIA AL VIRUS DE LA SHARKA: UN CARÁCTER A MEJORAR EN LOS ALBARICOQUEROS ESPAÑOLES

F. Dicenta¹

J.E. García¹

R. Gella²

P. Martínez-Gómez¹

1. Centro de Edafología y Biología aplicada del
Segura (CSIC)
Apartado 4195
30080 MURCIA

2. Servicio de Investigación
Agroalimentaria (DGA)
Carretera de Montaña s/n
50.080 ZARAGOZA

RESUMEN

El cultivo del albaricoquero en España tiene una gran tradición, siendo cultivado de forma extensiva desde mediados del siglo XVI. En la actualidad, España es el segundo productor mundial después de Turquía, teniendo una gran importancia económica sobre todo en las Comunidades de Murcia y Valencia. Es precisamente en estas regiones litorales donde desde mediados de los años ochenta se está produciendo una fuerte expansión del virus de la sharka. Esto supone actualmente uno de los principales factores limitantes en la producción del cultivo. El control de esta virosis pasa por una estrategia combinada de métodos de tipo legal (arranque de árboles afectados), preventivos (sanidad del material vegetal) y de mejora genética (utilización de variedades resistentes). La obtención de variedades resistentes se realiza mediante cruzamientos entre variedades resistentes, hasta ahora de escaso valor agronómico, y variedades comerciales adaptadas a las zonas de cultivo. En la actualidad mediante la aplicación de nuevas biotecnologías (como la transformación genética) también se empiezan a obtener resultados esperanzadores en este campo.

Palabras clave: Albaricoquero, *Prunus armeniaca* L., sharka, Plum pox virus, resistencia, mejora de frutales.

ABSTRACT

RESISTANCE TO SHARKA (PLUM POX VIRUS): A TRAIT TO IMPROVE IN THE SPANISH APRICOT TREES

The apricot culture in Spain has a great tradition, being cultivated in an extensive way from mid of century XVI. At present, Spain is the second producer country in the world, after Turkey, having a great economic importance, mainly in the regions of Murcia and Valencia. It is precisely in these coastal regions where from the mid eighties is being produced a strong expansion of the sharka virus. That supposes, at this time, one of the principal limiting factors in the production of this crop. The control of

this disease goes through a combined strategy of legal-type methods (removal affected trees), preventive methods (plant material health) and plant breeding (utilisation of resistant cultivars). Breeding for resistant cultivars is usually achieved through crossing resistant cultivars with commercial cultivars adapted to the area. However these resistant plant material is of scarce agronomical value. Currently the application of new biotechnologies (i. e. genetic transformation) is giving hopeful results.

Key Words: Apricot, *Prunus armeniaca* L., sharka, plum pox virus, resistance, fruit breeding.

Especie objeto de la mejora: el albaricoquero

Origen y descripción de la especie

El albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.) es una especie ampliamente cultivada en muchos países del mundo. Su centro de origen fue localizado por el botánico ruso Vavilov en Asia Central, desde donde se ha distribuido al resto de regiones del mundo (MEHLENBACHER *et al.*, 1990). Este cultivo ya se conocía en China 3.000 años a.C. (LICHOU y AUDUBERT, 1992). A pesar de la gran plasticidad manifestada a nivel de especie (hoy en día se cultiva en lugares tan distintos como Sudáfrica o Canadá), se observa una gran especificidad en cuanto a las variedades cultivadas en cada zona (BAILEY y HOUGH, 1975).

El albaricoquero pertenece a la gran familia de las Rosáceas. Es una especie diploide ($2n=16$), si bien, se han encontrado algunos mutantes tetraploides. Es básicamente autocompatible, aunque algunos materiales procedentes de diferentes áreas geográficas como los del grupo norteafricano presentan autoincompatibilidad floral (EGEA *et al.*, 1991; BURGOS *et al.*, 1993).

Cultivo y aprovechamientos

La producción mundial se concentra en la zona mediterránea, siendo Turquía el primer productor seguido de España (Cuadro 1). Destacan otros países productores de la cuenca mediterránea como Italia y Francia, y otros nuevos países productores como Pakistán donde el incremento del cultivo ha sido notable en estos últimos años.

A nivel nacional, la Región de Murcia es la primera productora, superando las 126.000 Tm de producción en 1993. A Murcia le siguen las Comunidades de Valencia, Castilla la Mancha, Aragón, Baleares y Andalucía (Cuadro 2).

Entre el 10% y el 20% de la producción se destina a la exportación como fruto fresco, siendo España el primer país exportador europeo. La industria de transformación emplea sobre el 30% y el resto, del 50% al 60%, se destina a consumo interno (EGEA *et al.*, 1994a).

Según ESCUDERO y RODRÍGUEZ (1990) y EGEA *et al.* (1994b), en nuestro país podemos destacar como variedades más cultivadas:

– *En Murcia:* Búlida, variedades tipo Clases, Mauricios, Moniquí, Real Fino y los denominados Valencianos.

CUADRO 1
PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE ALBARICOQUE. PRODUCCIÓN EN
MILES DE TONELADAS. AÑOS 1990-1994
*MAIN APRICOT PRODUCING COUNTRIES. PRODUCTION IN THOUSANDS OF
TONNES (1990-1994)*

PAÍSES	1990	1991	1992	1993	1994
Turquía	300	343	385	280	400
España	120	211	199	197	199
Italia	175	156	175	163	192
Francia	110	107	167	78	156
EE.UU.	111	87	97	88	144
Pakistán	81	109	122	130	140
Irán	85	98	147	145	118
Grecia	103	69	86	87	80
Marruecos	72	92	66	120	73
China	85	62	68	53	60
Ucrania	-	-	81	107	12
U.R.S.S.	180	180	-	-	-

(Fuente: Anuario FAO, 1994)

CUADRO 2
SUPERFICIE CULTIVADA (HAS) Y PRODUCCIÓN DE ALBARICOQUE (TMS.) EN
ESPAÑA Y PORCENTAJE SOBRE EL TOTAL (AÑO 1993)
*SURFACE CULTIVATED (HAS) AND PRODUCTION OF APRICOTS (TONNES) IN
SPAIN AND PERCENTAGE OVER THE TOTAL (YEAR 1993)*

Comunidad	Superficie		Producción	
	Has	%	Tms	%
Murcia	12.854	50,3	126.372	60,1
Valencia	8.034	31,3	48.176	22,9
Castilla-Mancha	2.274	8,9	17.316	8,2
Aragón	841	3,3	6.490	3,2
Baleares	816	3,2	4.277	2,1
Andalucía	327	1,3	3.667	1,7
Resto	447	1,7	3.736	1,8
TOTAL	25.593	100,0	210.034	100,0

(Fuente: M.A.P.A. Anuario de Estadística Agraria, 1993).

– En Valencia: Canino, Palau, Currot, Ginesta y Galta Rotja.

– En Aragón: Paviot y Moniquí.

Carácter mejorar: resistencia al virus de la sharka

Origen y descripción del virus de la sharka

La sharka es una enfermedad de origen viral producida por el Plum pox virus (PPV). Afecta a la mayoría de las especies del género *Prunus*, fundamentalmente al albaricoquero, ciruelo y melocotonero. Tras

su aparición en Bulgaria en 1917 (ATANASOFF, 1932) se ha extendido por toda Europa y recientemente se ha detectado en Chile (ACUÑA, 1993; NEMETH, 1994) y en la India (THAKUR *et al.*, 1992) y posiblemente se encuentre en otros países del mundo (Figura 1).

En España la enfermedad fue detectada por primera vez en Sevilla. Murcia y Valencia en 1984, en ciruelo japonés "Red Beaut" (LLÁCER *et al.*, 1985), pasando luego al albaricoquero. Desde entonces se ha puesto de manifiesto que todas las variedades de albaricoquero cultivadas en nuestro país que han sido ensayadas son susceptibles a esta virosis (LLÁCER, 1994).



Figura 1. Distribución de la sharka en el mundo. Años de la primera aparición de la enfermedad
Distribution of sharka disease in the world. Years of first detection in each country

Las Comunidades Autónomas de Murcia y Valencia están siendo las más afectadas. Desde 1988 en Murcia y desde 1991 en Valencia los gobiernos autonómicos han desarrollado una política de arranques subvencionados de los árboles enfermos. En la Comunidad Murciana, hasta 1994, han sido arrancados unos 9.000 albaricoqueros y 94.000 ciruelos con un coste superior a los 100 millones de pesetas sólo en subvenciones. En la Comunidad Valenciana han sido arrancados 215.000 albaricoqueros y 220.000 ciruelos con un coste de 800 millones de pesetas (PÉREZ-CAMPOY, 1995).

El virus de la sharka, pertenece a la familia de los Potyvirus (WARD y SHUKLA, 1991). Los aislados de PPV se pueden clasificar en dos grupos (MARENAUD, 1979):

– Tipo “M” (Marcus), es un aislado que presenta una gran virulencia. Ha sido detec-

tado en algunas zonas del Centro y Este de Europa.

– Tipo “D” (Diderón), es un aislado más común, habiéndose detectado en todas las zonas infectadas de PPV, siendo algo menos virulento que el tipo “M”.

En España, hasta la fecha, solamente se ha descrito la presencia de aislados del tipo “D” (LLÁCER, 1994). La presencia en Francia de la cepa “M” hace pensar que, más tarde o más temprano, será introducida en nuestro país.

Sintomatología y epidemiología de la enfermedad

Los síntomas que produce la sharka en el albaricoquero son diversos. Van desde manchas cloróticas en las hojas (Figura 2) a la



Figura 2. Síntomas de sharka en hojas de albaricoquero
Symptoms of sharka in apricot leaves

total deformación del fruto, que llega a ser inercializable (Figura 3). También son muy característicos los anillos que se forman en el hueso del fruto (Figura 4).

En cuanto a su transmisión natural, los únicos vectores descritos hasta ahora son los pulgones. Al menos nueve especies de estos áfidos se han citado como eficaces transmisores: *Aphis craccivora*, *Aphis citricola*, *Branchycaudus helichrisi*, *Branchycaudus cardui*, *Myzus persicae*, *Myzus varians*, *Phorodon humili* (KUNZE y KROZAL, 1971) y más recientemente *Aphis fabae* (LLÁCER *et al.*, 1992) y *Aphis gossypii* (AVINENT *et al.*, 1994).

La transmisión a través del vector es del tipo "no persistente", es decir, el pulgón puede tomar el virus al realizar una picadura de prueba, desplazarse a otro árbol y al alimentarse de nuevo transmitirle el virus. Esta característica hace que la enfermedad pueda

propagarse muy rápidamente, siendo prácticamente inútiles los tratamientos insecticidas preventivos.

A largas distancias, es el hombre quién propaga la enfermedad mediante el intercambio de material infectado, ya sean patrones o variedades.

La transmisión del virus a las semillas de plantas infectadas, ha sido descrita por algunos autores (NEMETH y KÖLBER, 1982). A pesar de que se ha detectado el virus en el polen y en la cubierta de la semilla, al degradarse ésta impide finalmente la propagación del virus a la descendencia (EYNARD *et al.*, 1991; TRIJOLO *et al.*, 1993).

Diagnóstico de la enfermedad

El diagnóstico de la enfermedad se realiza mediante diferentes técnicas. Podemos

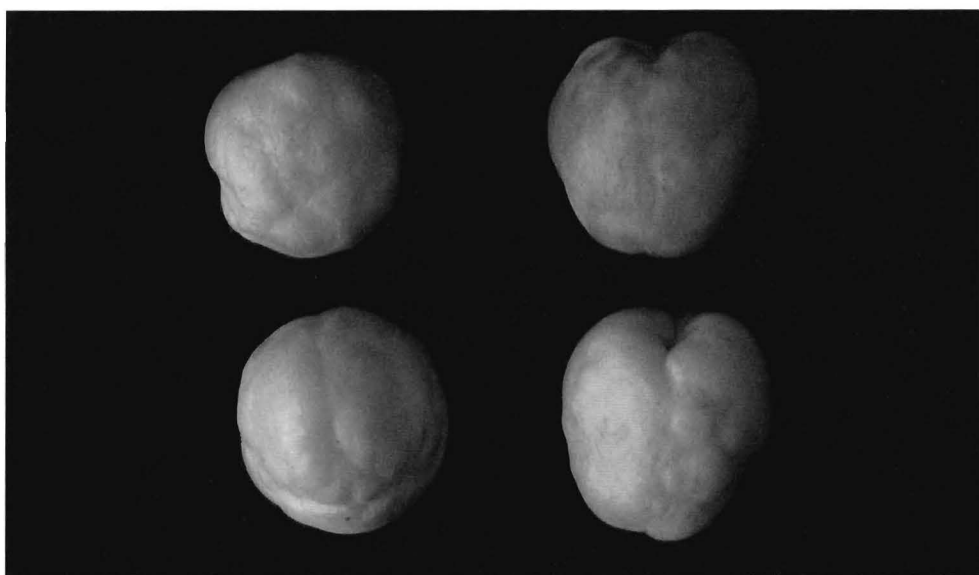


Figura 3. Síntomas de sharka en frutos de albaricoquero
Symptoms of sharka in apricot fruits



Figura 4. Síntomas de sharka en huesos de albaricoque
Symptoms of sharka in apricot stones

citar como las más utilizadas en la actualidad, la observación directa de síntomas sobre la planta y el fruto, la utilización de plantas indicadoras, los métodos serológicos y las nuevas técnicas moleculares.

– *Observación visual de síntomas:* Debe ser realizada por un experto. Es el método de diagnóstico utilizado en campo y el más rápido y económico pero el menos fiable debido a la posible confusión con síntomas producidos por otras causas. La observación se realiza sobre las hojas en primavera y sobre los frutos maduros preferentemente. Durante la observación existe el riesgo de no detectar la enfermedad aunque esté presente, debido principalmente a su distribución errática en el árbol y a la influencia de las altas temperaturas sobre la desaparición de los síntomas.

– *Utilización de plantas indicadoras:* Se realizan transmisiones a plantas indicadoras

las cuales son muy sensibles a la sharka. Las más utilizadas son las procedentes de semillas del melocotonero GF305. El método de diagnóstico consiste en injertar los materiales a evaluar sobre el GF305 y observar los síntomas en el indicador pasado un tiempo tras la inoculación.

– *Detección serológica:* se emplea la técnica inmunoenzimática ELISA-DASI (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay - Double Antibody Sandwich Indirect) (ADAMS 1978; ALBRECHTOVA, 1990), basada en la reacción antígeno-anticuerpo. Es el método más utilizado en la actualidad para el diagnóstico de la sharka y posee una gran fiabilidad. Recientemente se han desarrollado anticuerpos monoclonales que aumentan notablemente la sensibilidad y especificidad del ensayo (CAMBRA *et al.*, 1988, 1994).

– *Métodos moleculares:* la técnica más utilizada es la reacción en cadena de la polí-

merasa, denominada también PCR (Polymerase Chain Reaction), basada en la amplificación del ARN del virus (WETZEL *et al.*, 1992). También es utilizada la técnica de hibridación molecular con marcadores radioactivos (VARVERI *et al.*, 1988). La utilización de la PCR todavía está en fase experimental y sólo se aplica en los laboratorios de investigación. Esta técnica es la más fiable pudiendo detectar cantidades muy pequeñas de virus en la planta. Su complejidad y la necesidad de un sofisticado instrumental y costosos reactivos para su aplicación, hacen que su utilización todavía no se haya extendido de forma generalizada.

Resistencia del albaricoquero al PPV

Como ya hemos comentado anteriormente la mayoría de las variedades de albaricoquero son sensibles a la sharka. Las variedades resistentes descritas hasta ahora por diferentes autores las podemos clasificar en tres grupos según su procedencia:

- *Variedades procedentes de Norte América* (MEHLENBACHER *et al.*, 1990; AUDERGON, 1995): Stark Early Orange, Goldrich, Stella, Henderson, Harlayne, Veecot, Sunglo y NJA2.

- *Nuevas obtenciones griegas* (SYRGIANNIDIS y MAINOU, 1993): Lito y Pandora.

- *Nuevas obtenciones francesas* (AUDERGON, 1995): Avilara, A2408 y A2564.

La utilización directa de estas variedades resistentes debe de ser descartada en nuestras condiciones. Las variedades norteamericanas son autoincompatibles y tienen grandes necesidades de frío, que no son cubiertas en nuestras regiones, lo que se traduce en un mal comportamiento productivo; además suelen tener el fruto ácido. Las variedades griegas son autocompatibles

pero no aportan una calidad de fruto suficiente. Finalmente, entre las francesas Avilara es autoincompatible, y las selecciones A2408 y A2564 son autocompatibles; estos materiales se encuentran aún en fase de observación.

La variedad norteamericana Harcot, que se había considerado durante mucho tiempo como resistente, ha mostrado síntomas en hoja y fruto a los 13 años en condiciones naturales de infección y a los 6 años de injertarse sobre un árbol muy afectado por la sharka. Por ello, su clasificación como “resistente” debería de ser revisada. Recientemente, Goldrich también ha mostrado síntomas en algún caso aislado.

Métodos de mejora utilizables

Hibridación intraespecífica

La hibridación intraespecífica se realiza mediante la polinización dirigida entre variedades que poseen características que deseamos transmitir conjuntamente a la descendencia. Esta técnica clásica de mejora consiste en la recolección del polen de botones florales a punto de abrir (parental masculino) y posterior polinización de flores emasculadas del parental femenino. Hoy en día este método continúa siendo el más efectivo en la mejora del albaricoquero, a la espera de otras nuevas tecnologías todavía por desarrollar.

Generalmente, la filosofía seguida en los programas de mejora para obtener variedades resistentes a la sharka, es cruzar materiales adaptados a la zona de cultivo, aunque susceptibles a la sharka, por otros materiales resistentes. Desafortunadamente, como hemos señalado anteriormente, estas varie-

dades resistentes poseen algunos caracteres no deseables, lo que dificulta el programa de mejora.

El estudio del nivel de susceptibilidad de las descendencias obtenidas en los programas de mejora ha aportado alguna información sobre su modo de herencia. DOSBA *et al.* (1989, 1993) detectaron una segregación compleja en los híbridos F1 provenientes de materiales resistentes cruzados con otros susceptibles. Todavía hoy no se tienen resultados concluyentes al respecto, aunque podría tratarse de una herencia poligénica.

Técnicas de ingeniería genética

Las nuevas biotecnologías pueden suponer un gran avance en la mejora genética consiguiendo acelerar los procesos de introducción de nuevos genes. Mediante la ingeniería genética se pueden conseguir nuevos mecanismos de resistencia, fabricarlos "in vitro" e introducirlos en el genoma de la planta.

En el caso del PPV, se dispone en la actualidad de abundante información sobre la constitución del virus a nivel molecular, conociéndose la secuencia completa de su ARN (LAIN *et al.*, 1989; MAISS *et al.*, 1989). Esta información está siendo utilizada para encontrar posibles fuentes de resistencia provenientes del propio virus e introducirlas en la planta.

Los primeros trabajos se realizaron transformando plantas de tabaco y otras *Nicotianas* con los genes que codifican la proteína de la cápsida del virus y se observó una cierta resistencia en las plantas transformadas (RAVELONANDRO *et al.*, 1991; REGNER *et al.*, 1992).

En albaricoquero también se están obteniendo resultados esperanzadores mediante

la obtención de plantas transgénicas que incorporan el gen que codifica la proteína de la cápsida del virus (LAIMER *et al.* 1992, CÁMARA *et al.*, 1992, 1994).

En ciruelo también se han conseguido resultados transformando con genes que codifican la proteína de la cápsida del virus (SCORZA *et al.*, 1994).

Aplicación de marcadores moleculares para la selección precoz de las progenies obtenidas en el programa de mejora

Si bien en otras especies del género *Prunus* como almendro o melocotonero se han desarrollado gran cantidad de marcadores moleculares del tipo RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphisms) o RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) realizando mapeos completos del genoma (ARÚS *et al.*, 1994, VIRUEL *et al.*, 1995), en albaricoquero el desarrollo ha sido menor.

El desarrollo de RAPD ligados a este carácter puede ser un método adecuado para su aplicación rutinaria en la selección de nuestro carácter, por ser más fáciles de utilizar que los RFLP. Mediante el método BSA (Bulked Segregant Analysis) (MICHELMORE *et al.*, 1991; KESSELI *et al.*, 1992), partiendo de familias segregantes para este carácter, sería posible, después de ensayar diversos cebadores ("primers"), obtener algún tipo de RAPD ligado a esta resistencia, y que sirviera para la selección precoz de materiales resistentes a PPV.

Evaluación del carácter

Para la evaluación de la resistencia a la sharka en albaricoquero, el método más utilizado en la actualidad es el desarrollado por AUDERGON y MORVAN (1990) (Figura 5).

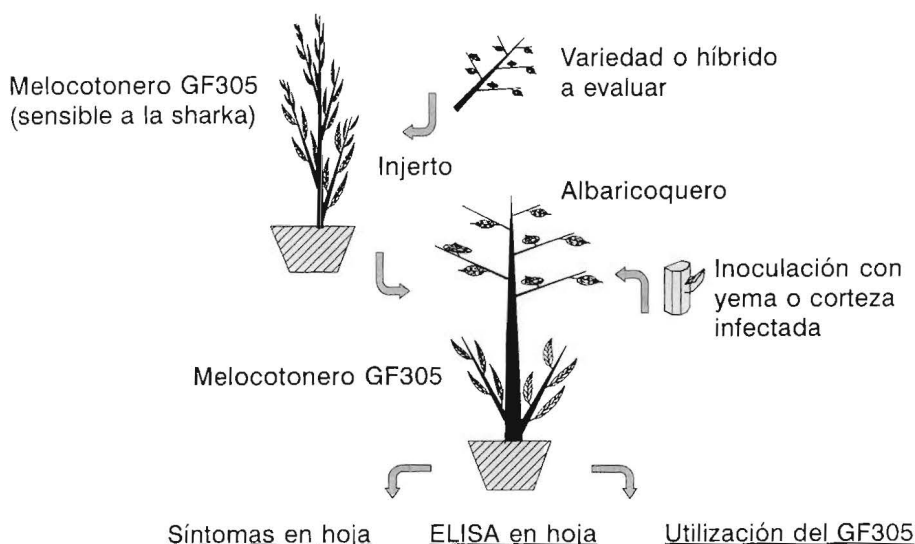


Figura 5. Método de Audergon y Morvan (1990) para la determinación del nivel de resistencia a PPV en albaricoquero

Method of Audergon y Morvan (1990) to determine the level of resistance to PPV in apricot trees

Todos los ensayos se deben realizar en condiciones aisladas para impedir la difusión de la enfermedad al exterior.

En este método se utilizan plantas procedentes de semilla del melocotonero GF305, muy susceptible a la sharka, como patrón sobre el que se realizan los ensayos. Las semillas del GF305 son germinadas y una vez que la planta tiene aproximadamente unos 5 mm de diámetro de tronco se injerta sobre él la variedad o híbrido de albaricoquero a evaluar. Posteriormente, cuando el albaricoquero se ha desarrollado se procede a su inoculación con el virus mediante injerto de una yema o corteza de GF305 enfermo de sharka.

Para la evaluación del nivel de sensibilidad se procede a la observación de síntomas sobre el indicador y sobre el albaricoquero a evaluar. La observación de síntomas se complementa con los análisis ELISA-DASI

utilizando anticuerpos monoclonales, al objeto de determinar de un modo más preciso si el virus ha proliferado en los materiales estudiados.

Las variedades susceptibles pueden mostrar los síntomas característicos de sharka a los pocos meses de la inoculación. Al objeto de acelerar experimentalmente la aparición de síntomas, las plantas son sometidas a inviernos artificiales en cámara fría a 7 °C y oscuridad durante unos tres meses. A la salida de este reposo forzado las plantas sensibles manifiestan con mayor claridad los síntomas. Las plantas sin síntomas y ELISA negativo son estudiadas durante varios ciclos vegetativos al objeto de confirmar su resistencia al virus.

En la actualidad nuevas técnicas como la PCR son de gran utilidad en la evaluación del nivel de sensibilidad de los materiales ensayados ya que, como señalábamos ante-

riormente, puede detectar la presencia del virus aún en pequeñas concentraciones.

Conclusiones

La necesidad de conseguir variedades de albaricoquero resistentes a la sharka es una realidad en España y Europa debido a la gran implantación de la enfermedad en las principales zonas de cultivo, a las cuantiosas pérdidas ocasionadas y la imposibilidad de conseguir un método de control de la enfermedad efectivo.

En la actualidad los programas de mejora en Europa (Francia, Grecia, Italia y España) que utilizan la mejora genética clásica para la obtención de variedades resistentes, ya han dado sus primeros resultados. También se están obteniendo resultados satisfactorios en otros programas de mejora basados en la transformación genética del albaricoquero aunque todavía queda por confirmar la resistencia en campo y la aptitud para el cultivo de las plantas transgénicas.

En cualquier caso, parece de especial interés el desarrollo de marcadores moleculares que hagan más rápida y económica la selección de los materiales resistentes generados en los programas de mejora o mediante transformación genética.

Bibliografía

- ACUNA, R. . 1993. Outbreaks of plum pox virus in Chile. Conference on Plum Pox (Abstract). Burdeos, Octubre 1993. p:77.
- ADAMS, A. N. 1978. The detection of plum pox virus in *Prunus* species by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Ann. App. Biol.*, 90, 215-221.
- ALBRECHTOVA, A. N. 1990. Determination of plum pox virus in the tissues of peach trees by ELISA during vegetation period. *Ann. App. Biol.*, 90, 215-221.
- ARÚS, P., MESSEGUER, VIDAL, M., TOBIT, K., PIRLEWAG, E., SANTI, F., QUART, R., RITTER, E. 1994. The European *Prunus* mapping project. *Euphytica*, 77, 97-100.
- ATANASSOFF, D. 1932. Plum Pox. A new virus disease. *Ann. Univ. Sofia, Fac. Agron. Sylvic.*, 11, 46-49.
- AUDERGON, 1995. Rapport Final del Proyecto Europeo "Amélioration variétale, qualitative et sanitaire de l'abricotier, espèce fruitière non excédentaire, pour la diversification cultural des zones méditerranéennes en cultures sèches et irriguées. CT 90 0016.
- AUDERGON, J. M., MORVAN, G. 1990. A rapid method for assessing the sensivity of apricot to Plum Pox Virus. XXIII International Horticultural Congress. Firenze, Italy, 46.
- AVINENT, L., HERMOSO de MENDOZA, A., LLÁCER, G. 1994. Transmission of plum pox potyvirus in Spain. *Bulletin EPP*, 24 (3). 669-675.
- BAILEY, C. H., HOUGH L.F. 1975. Apricots. En "Advances in Fruit Breeding". Ed. J. Janick y J. N. Moore. Purdue University Press, Indiana, 367-386.
- BURGOS, L., BERENGUER, T., EGEE, J. 1993. Self and Cross-Compatibility among Apricots Cultivar. *HortScience*, 28, 148-150.
- CÂMARA, M. L., CÂMARA, A., MATTANOVICH, D., REGNER, F., STEIKELLIER, H., WEISS, H., KNAPP, E., KATNA, H. 1992. Transformation and regeneration of plants of *Prunus armeniaca* with the coat protein gene of plum pox virus. *Acta Hort.*, 309, 183-189.
- CÂMARA, A., KATINGER, H., LAIMER M. 1994. Coat protein-mediated protection against Plum Pox Virus in herbaceous model plants and transformation of apricot and plum. *Euphytica*, 77, 129-134.
- CAMBRA, M., GORRIS, M. T., VELA, C., CAMARASA, E., SANZ, A., GARCÍA, J. A., ARAMBURU, J., LLÁCER, B., CORTÉS, E., MIGUET, J. G. 1988. Problèmes de la detection de la sharka sur abricotier. Amélioration de la sensibilité du diagnostic utilisant des anticorps monoclonaux spécifiques. En "Agriculture, L'abricotier". Ed. J. M. Audergon. INRA, Monfavet, 49-51.
- CAMBRA, M., ASENSIO, M., GORRIS, M. T., PÉREZ, E., CAMARASA, E., GARCÍA, J. A., MOYA, J.J., LÓPEZ-ABILLA, D., VELA, C., SANZ, A. 1994. Detection of

- Plum pox polyvirus using monoclonal antibodies to structural and non-structural proteins. EPPO Bulletin, 24: 569-578.
- DOSBA, F., LASAC, M., MAISON, P., MASSONIE, G., AUDERGON, J. M. 1989. Tolerance to Plum Pox Virus in apricot. Acta Hort., 235, 275-281.
- DOSBA, E., ORLIAC, F., DURTRANOY, F., MAISON, P., MASSONIN, G., AUDERGON, J. M. 1993. Breeding for resistance to sharka in Apricot Trees. XXV Symposium on virus and virus disease of temperate fruit crops. 142.
- EGEA, J., GARCÍA, J.E., BERENGUER, T. 1991. Self-incompatibility in apricot cultivars. Acta Hort., 293, 285-293.
- EGEA, J., GARCÍA, J.E., BERENGUER, T. 1994a. El albaricoquero. Situación actual y perspectivas del cultivo. Horto Fruticultura, Junio/94, 52-54.
- EGEA, J., GARCÍA, J.E., BERENGUER, T. 1994b. Variedades de albaricoquero. Horto Fruticultura, Junio/94, 56-62.
- ESCUDERO, V.A., RODRÍGUEZ, J. 1990. Situación actual del cultivo del albaricoquero. Fruticultura Profesional, 30, 43-50.
- EYNARD, A., ROGGERO, P., LENZI, R., CONTI, M., MILNE, R. B. 1991. Test for pollen and seed transmission of plum pox virus (sharka) in apricot cultivars. Advances in Horticultural Science, 5(3), 104-106.
- FAO. 1994. Yearbook. Production. FAO Statistics Series.
- KESSELL, R. V., PARAN, I., MICHELMORE, R. W. 1992. Efficient Mapping of Specifically Targeted Genomic Regions and the Tagging of These Regions with Reliable PCR-based Genetic Markers. Proceedings of the Symposium of Applications of RAPD Technology to Plant Breeding. Crop Science Society of America. Minneapolis, Noviembre de 1992, 31-37.
- KUNZE, L., KROZAL, H. 1971. Transmission of sharka virus by aphids. 8 Symposium européen sur les maladies à virus des arbres fruitiers. Bordeaux, Juin (1971), 255-262.
- LAIMER, M., DA CÂMARA, A., HANZER, V., WEISS, H., REGNER, F., STINKELLNER, H., MATTANOVICH, D., PLAIL, R., KNAPP, E., KALTHOFF, B., KATINGER, H. 1992. Regeneration of Transgenic Plants of *Prunus armeniaca* containing the coat protein gene of Plum Pox Virus. Plant Cell Reports, 11, 25-29.
- LAIN, S., RIECHMAN, J.L., GARCÍA, J.A. 1989. The complete nucleotide sequence of plum pox polyvirus. Virus Research, 13, 157-172.
- LICHOU, J., AUDUBERT, A. 1992. L'abricotier. Ed. Ctifl. Parfs. 187 pp.
- LLÁCER, G., CAMBRA, M., LAVIÑA, A. 1985. Detección y primeros estudios del virus de la sharka en España. An. INIA/Ser. Agr., 28 (3), 157-166.
- LLÁCER, G., AVINENT, L., HERMOSO DE MENDOZA, A. 1992. Epidemiology of plum pox (sharka) virus in Valencia (Spain). Acta Hort., 309, 129-134.
- LLÁCER, G. 1994. sharka en frutales: Actualización. VII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Sitges, Octubre de 1994, 21.
- MAISS, E., TIMPE, U., BRISKE, A., JELKMAN, W., CASPER, R., HIMMLER, G., M.A.P.A. (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación). 1993. Anuario de Estadística Agraria, 1993.
- MATTANOVICH, D., KATINGER, W.D. 1989. The complete Nucleotide Sequence of Plum Pox Virus RNA. J. Gen. Virol., 70, 513-524.
- MARENAUD, C. 1979. Caracterisation d'ecotypes du virus de la sharka par analyse du comportement de la lignée GF-305 de *Prunus persica*. Acad. Agric. France. 110-115.
- MEHLENBACHER, S.A., COCIU, V., HOUGH, L. F. 1990. Apricots (*Prunus*). En "Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops". Ed. J. M. Moore, and J. R. Ballington. Acta Hort., 290, 63-109.
- MICHELMORE, R. W., PARAN, I., KESSELL, R. V. 1991. Identification of markers linked to disease-resistance genes by bulked segregant analysis: A rapid method to detect markers in specific genomic regions by using segregating populations. Proc. Natl. Acad. Science USA 88, 9828-9832.
- NÉMETH, M., KÖLBER, M. 1982. Additional evidence on seed transmission of plum pox virus in apricot, peach and plum proved by ELISA. Acta Hort., 130, 293-300.
- NÉMETH, M. 1994. History and importance of plum pox in stone-fruit production. Bulletin EPPO, 24 (3), 525-537.
- PÉREZ-CAMPOY, P.J. 1995. Sensibilidad varietal del albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.) a la sharka (*Plum Pox Virus*) en las Comunidades Autónomas de Murcia y Valencia. Trabajo Fin de Carrera. E. P. S. de Orihuela. 120 pp.

- RAVELONANDRO, R., MONSION, M., TEYCHINEY, P., DELBOS, R., DUNEZ J. 1991. Transgenic tobacco plants contain the plum pox virus (PPV) coat protein genes. *Acta Hort.*, 309, 191-196.
- REGNER, F., DA CÂMARA, A., LAIMER, M., STEINKELLNER, H., MATTANOVICH, D., WHISS, H., KÄTINGER, H. 1992. Coat protein mediated resistance to Plum Pox Virus in *Nicotiana clevelandii* and *Nicotiana benthamiana*. *Plant Cell Report.* 11, 30-33.
- SCORZA, R., RAVELONANDRO, M., CALLAHAN, A.M., CORDTS, J.M., FUCHS, M., DUNEZ, J., GONSALVES, D. 1994. Transgenic plums (*Prunus domestica* L.) express the plum pox virus coat protein gene. *Plant Cell. Reports.* 14, 18-22.
- SYRGIANNIDIS, G., MATNOU, A. 1993. Two new apricot varieties resistant to sharka (Plum Pox) disease, created by crossing. *Deuxièmes rencontres sur l'abricotier*. Avignon, Mai 1993, 136.
- THAKUR, P.D., BHARDWAJ, S.V., GARG, I.D., KHOSLA, K., SHARMA, D.R. 1992. Detection of plum pox virus in stone fruits from India. First report. *Symposium on Current Trends in Plants Disease Management*. Marathwada Agricultural University Parbhani, Maharashtra.
- TRIOLO, E., GIANNI, M., MATTEAZZI, A., PAOLUCCI, A. 1993. Further evidence of the non-transmission through seed of plum pox virus in apricot. *Adv. Hort. Sci.*, 7, 109-111.
- VARVERI, C., CANDRESSE, T., CUGUSI, M., RAVELONANDRO, M., DUNEZ, J. 1988. Use of a ³²P-Labeled Transcribed RNA Probe for Dot Hybridization Detection of Plum Pox Virus. *Phytopathology.* 78 (10), 1280-1283.
- VIRULI, M.A., MESSEGUER, R., de VICENTE, M.C., GARCÍA-MAS, J., PUIGDOMÈNECH, P., VARGAS, F., ARIÀS, P. 1995. A linkage map with RFLP and isozyme markers for almond. *Theor. Appl. Genet.*, 91:964-971.
- WARD, C.W., SHUKLA, P.D. 1991. Taxonomy of potyvirus. *Intervirology*, 32, 269-296.
- WETZEL, T., CANDRESE, T., MACQUAIRE, G., RAVELONANDRO, M., DUNEZ, J. 1992. A highly sensitive immunocapture polymerase chain reaction method for plum pox potyvirus detection. *J. Virol. Meth.*, 39, 27-37.

(Aceptado para publicación el 14 de mayo de 1996)

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.

Para evitar retrasos en publicar se dará prioridad a los artículos que no excedan de 25 folios de texto mecanografiado a doble espacio, cuadros y figuras incluidos.

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

Los autores podrán recibir, si lo desean, un juego de pruebas, caso contrario o en el de retrasar su devolución, el artículo será publicado con las correcciones del Comité de Redacción.

RECOMENDACIONES EN LA PREPARACIÓN DE LOS ORIGINALES

Los originales deberán mecanografiarse a doble espacio en hojas de tamaño uniforme, dejando amplios márgenes y siendo numeradas correlativamente.

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.

Todas las colaboraciones incluirán en primer lugar un resumen corto de 200-500 palabras. Será comprensible por sí mismo, sin referencias al artículo. Se aceptará la traducción del resumen a otros idiomas, incluyendo el título.

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 y mapas serán presentados en la mejor calidad posible. Las fotografías o diapositivas han de ser nítidas.

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 *Bibliografía*, 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⁾ y volúmenes⁽³⁾ incluyendo artículos de varios autores en la lista de referencias, se hará según los siguientes ejemplos:

(1) DEMARQUILLY C., 1969. Valeur alimentaire du maïs fourrage, I. Composition chimique et digestibilité du maïs sur pied. Ann. Zootech. 18 (1), 17-32.

TABUENCA M.C., 1968 a. Necesidades de frío invernal de variedades de peral. An. Aula Dei, 9, 1-9.

TABUENCA M.C., 1968 b. Necesidades de frío invernal de variedades de albaricoquero. An. Aula Dei, 9, 10-24.

(2) NAKOVSKI L., 1956. Patología general (en ruso), 3 vol. 1862 pp. Ed. Vroskaya. Leningrado.

(3) GONZÁLEZ L., MISONE J., 1972. La gestión de cooperativas, Vol. 1, 126-129. Ed. Casalos. Valencia.

I T E A

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

AÑO XXVII (1996), Vol. 92V N.º 2

ÍNDICE

	Página
C. GODOY ÁVILA.- Crecimiento y desarrollo del fruto del pecanero (<i>Carya illinoensis</i> K) Cv. Western y su relación con unidades calor, evapotranspiración y días	49
T. CASERO.- Aplicaciones de calcio en manzano	58
G. CARTIÉ GUIJARRO, C. PALAZÓN ESPAÑOL, I. DELGADO IZQUIERDO, J. BARRIUSO VARGAS.- Influencia de los sustratos y geles utilizados en la micorrización de <i>Q. ilex</i> L. por <i>Tuber melanosporum</i> Vitt.	64
MARISOL LUIS ARTEAGA, J.M. ^a ÁLVAREZ ÁLVAREZ.- Virosis de la borraja. Susceptibilidad frente a virus en inoculación artificial	70
M. PASTOR, J. CASTRO.- Influencia de las técnicas de cultivo sobre el microclima en plantaciones de olivar	81
R. MANCILLA Y DÍAZ INFANTE.- Efecto de la fecha de poda, concentración y época de aplicación después de poda de cianamida hidrogenada en la protección de yemas de vid Cv. Málaga Roja	104
J. RECASENS, F. RIBA, J. IZQUIERDO, R. FORN, A. TABERNER.- Gramíneas infestantes de los cereales de invierno de Cataluña	116
F. DICIENTA, J.E. GARCÍA, R. GELLA, P. MARTÍNEZ-GÓMEZ.- Resistencia al virus de la sharka: un carácter a mejorar en los albaricoqueros españoles.	131