

ITEA

PRODUCCIÓN VEGETAL

**Asociación
Interprofesional
para el Desarrollo
Agrario**

2001 – Vol. 97V N.º 1



ITEA

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

2001 - AÑO XXXII Vol. 97V N.º I	DIRECCIÓN Y REDACCIÓN Montañana, 176 - Apartado 727 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA) Tel.: 34-976 576311 Fax.: 34-976 575501 E-mail: enotivol@aragob.es andreu@ead.csic.es cmmarin@aragob.es	Depósito legal: Z-577-82 ISSN: 1130-6017 INO Reproducciones, S.A. Polígono Miguel Servet, nave 13 50013 Zaragoza
------------------------------------	---	--

COMITÉ DE REDACCIÓN

DIRECTOR: Eduardo Notivol Paíno
SUBDIRECTOR: Joaquín Uriarte Abad
~~SECRETARÍAS DE REDACCIÓN:~~ *Editor* Serie Producción Vegetal: Pilar Andreu Puyal
Serie Producción Animal: Clara Marín Alcalá
VOCALES: José Álvarez Álvarez
Rafael Delfa Belenguer
Joaquín Gómez Aparisi
Emilio Manrique Persiva
José Luis Alabart Álvarez
Juan A. Marín Velázquez
Azucena Gracia Royo
M.ª Dolores Quílez Sáez de Viteri
Carlos Zaragoza Larios
Pere Alberti Lasalle

JUNTA DIRECTIVA DE A.I.D.A.

PRESIDENTE: Leonardo Plana Claver
VICEPRESIDENTES: 1.º Emilio Manrique Persiva
2.º Rafael Socías i Company
SECRETARIO: José Álvarez Álvarez
TESORERO: Joaquín Uriarte Abad
VOCALES: José Folch Pera
Ignacio Delgado Enguita
Ricardo Revilla Delgado
Joaquín Gómez Aparisi
Antonio Felipe Mansergas
Pere Alberti Lasalle
Dumxi Gabiña Iturriaga

Mal

El coste de ITEA en 2000 ha ascendido a 2.183.469 pesetas, que ha sido financiado por los ingresos habidos en concepto de suscripciones, venta de números sueltos y la aportación de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario.

Prohibida toda reproducción total o parcial sin autorización expresa
de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario, editor titular del Copyright.

ITEA no se responsabiliza necesariamente con las opiniones vertidas 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
2001 se publicarán los volúmenes 97A y 97V correspondientes a las series
Producción Animal y Producción Vegetal.

El precio de la suscripción para 2001 será de 4.000 ptas. ó 24€ para una serie y de 5.500 ptas.
ó 33€ para las dos series.

Se acepta el intercambio con otras revistas.

ITEA. Apartado 727. 50080 Zaragoza (ESPAÑA)

RELACIÓN DE ARTÍCULOS PUBLICADOS EN ITEA (PRODUCCIÓN VEGETAL) DURANTE 2000

AUTOR Y TÍTULO	Rev. n.º	Pág.
J.M. ^a ÁLVAREZ, C.D. LAHOZ, F. VILLA: <i>Resistencia al carbón blanco de la borraja (Entyloma serotinum Cif)</i>	96V-1	42
M.V. ANDRÉS, R. MARTÍN, L. PERALES, J.M. DURÁN: <i>Polinización y germinación, in vivo, del polen en variedades de manzano, peral, nectarina y melocotonero</i>	96V-1	49
S.C. CALVO, G. BERGAMÍN, C.F. LARA, P. SANDER: <i>Impacto socioeconómico y ambiental del monocultivo del algodón. Un enfoque integral para un estudio de caso (Chaco)</i>	96V-3	185
E. CARCELÉN FERNÁNDEZ, J. GARCÍA BERRIOS: <i>Características de los laterales fructíferos en frambueso "no remontante"</i>	96V-2	116
Y.I. CHEW MADINAVEITIA, J. SANTAMARÍA CÉSAR: <i>Estimación de pérdidas por la pudrición de la corona de la alfalfa (Medicago sativa L.) en la comarca Lagunera (norte de México)</i>	96V-3	165
J. DE J. ESPINOZA ARELLANO: <i>Competencia entre México y países de América Central en los mercados estadounidenses de melón y sandía</i>	96V-3	173
M. ^a DEL C. MEDINA MORALES: <i>Concentración de nutrientes y producción de pacana de nogal pecanero, en tres años</i> ..	96V-2	139
M. ^a DEL C. MEDINA MORALES, J.A. SAMANIEGO GAXIOLA, J. SANTAMARÍA CÉSAR, R. FAZ CONTRERAS, T. HERRERA PÉREZ, M. RAMÍREZ DELGADO, G. GONZÁLEZ CERVANTES: <i>Alternancia en la producción del nogal pecanero, en la Comarca Lagunera de México</i> .	96V-2	132
S. GODOY ÁVILA, A. PALOMO GIL, J.L. GARCÍA HERNÁNDEZ: <i>Evaluación de variedades transgénicas de algodón (Gossypium hirsutum L.) resistentes a gusano rosado (Pectinophora gossypiella S.) I. Rendimiento</i>	96V-3	157
R. NIETO-ÁNGEL, F. GIL-ALBERT VELARDE: <i>Aclareo químico de frutos de manzano (Malus Pumila Mill.) cvs. Starkrimson y Golden Spur en plantaciones de alta densidad</i>	96V-1	27
A. PALOMO GIL, A. GAYTÁN MASCORRO, S. GODOY ÁVILA: <i>Respuesta de cuatro variedades de algodón a la densidad poblacional. I. Rendimiento y componentes de rendimiento</i>	96V-2	95
M. SANZ: <i>Valoración del diagnóstico nutricional DRIS y DOP a lo largo del ciclo vegetativo del melocotonero</i>	96V-1	7
M.A. SANZ, A. BLANCO, J. VAL: <i>Inhibición del crecimiento de plantas de tomate por la deficiencia inducida de calcio....</i>	96V-3	207
R. SERRATO SÁNCHEZ, A. PÉREZ GARCÍA, M. SOSA CERECEDO, J. JIMÉNEZ CASTRO: <i>Impacto del aprovechamiento forestal en la pérdida de nutrientes del suelo en los bosques de Durango, México</i>	96V-2	103
A. SIMÓN: <i>Influencia de factores anteriores a la recolección sobre la calidad del champiñón (Agaricus bisporus)</i>	96V-1	19
A. SIMÓN, A. GURRÍA: <i>Relación entre la calidad del champiñón (Agaricus bisporus) en el momento de la recolección y la calidad postrecolección</i>	96V-2	124

RELACIÓN DE ARTÍCULOS PUBLICADOS EN ITEA (PRODUCCIÓN ANIMAL) DURANTE 2000

AUTOR Y TÍTULO	Rev. n.º	Pág.
S. ALMERÍA, M.M. LLORENTE, J. URIARTE: <i>Caracterización de las poblaciones de nematodos gastrointestinales adquiridas por terneros durante el pastoreo de áreas de montaña</i>	96A-1	67
M. AMILLS, N. JIMÉNEZ, A. RICCARDI, J. FOLCH, A. SÁNCHEZ: <i>Clonación y secuenciación de alelos MHC-DRB de cabra montesa (capra pyrenaica)....</i>	96A-3	169
J.J. ARRANZ: <i>Utilización de genome scan para la detección de regiones cromosómicas que expliquen parte de la varianza aditiva y el posterior estudio de genes candidatos</i>	96A-3	173
S. ASTIZ, G. MIRÓ, A. MEANA, C. GARCÍA-ROMERO, F. VALCÁRCEL: <i>Prevalencia estacional de las bronconeumonías verminosas del ganado caprino en Castilla-La Mancha</i>	96A-2	95
J.A. BARO, C.E. CARLEOS, R. PONG-WONG, R. ÁLVAREZ: <i>Evaluación bajo la hipótesis de herencia mixta: uso de información de QTLs en la predicción de valores genéticos poligénicos</i>	96A-3	189
J.A. BARO DE LA FUENTE, R. ÁLVAREZ, C.E. CARLEOS, D. GARCÍA, H. LAMELAS: <i>RePed. A tool for checking, exploring and debugging pedigrees</i>	96A-3	184
A. BARROSO, L.J. ROYO, J. CAÑÓN, S. DUNNER: <i>La hipertrofia muscular hereditaria: génesis de alelos dominantes negativos de la miostatina (GDF-8) Murina</i>	96A-3	191
A. BLASCO: <i>La perspectiva bayesiana. Tres nuevos diálogos entre Hylas y Filonús</i>	96A-3	199
M.L. CHECA, C. CARLEOS, J.A. BARO, S. DUNNER, J. CAÑÓN: <i>Estimación de frecuencias alélicas en pools de ADN mediante el procedimiento de señales de electroforesis capilar</i>	96A-3	225
A. CLOP, G. NYMAN, A. SÁNCHEZ, J. L. NOGUERA, L. ANDERSSON: <i>Detección del origen filogenético de diferentes poblaciones porcinas españolas por pirosecuenciación de una región del citocromo B del ADN mitocondrial porcino</i>	96A-3	220
V. DUCROCQ, E.A. GÓMEZ: <i>Análisis de supervivencia, una herramienta estadística para datos de longevidad</i>	96A-3	235
M.T. FERNÁNDEZ, R. ALEDA, M. SERRANO, E. UGARTE: <i>Estudio del carácter velocidad de ordeño y recuento de células somáticas en primera lactación de la población vacuna frisona del País Vasco</i>	96A-3	270
A. FERNÁNDEZ, L. SILLÓ, M.C. RODRÍGUEZ: <i>Análisis genético del crecimiento en montanera de cerdos ibéricos</i>	96A-1	77
A. FERNÁNDEZ, C. ÓVILLO, C. RODRÍGUEZ, L. SILLÓ: <i>Polimorfismo HhaI del gen de la hormona de crecimiento en cerdos ibéricos: relación con caracteres productivos</i>	96A-3	254
A. FERNÁNDEZ, M.A. TORO, J. RODRIGÁNEZ, M.C. RODRÍGUEZ, L. SILLÓ: <i>La fuerza del mestizo: estimación de la heterosis en el crecimiento de cerdos ibéricos en Montaneru</i>	96A-3	261
V.C. FREIRE, L.C. ISSALY, A. OHAMIAN, M. VIGLIOCCO, J.A. SALMINIS, H.R. PAGLIARICCI: <i>Producción de carne Bovina con diferentes cargas ganaderas en praderas en la Pampa subhúmeda Argentina. II. Resultados económicos</i>	96A-1	56
D. GARCÍA, C. CARLEOS, J.A. BARO, J. CAÑÓN: <i>Identificación de alelos con efecto significativo en la diferenciación de poblaciones</i>	96A-3	277

D. GARCÍA, M.L. CHECA, P. GARCÍA-ATANCE, S. DUNNER, J. CAÑÓN: <i>Medidas de diversidad genética en poblaciones de caballos celtas españoles</i>	96A-3	282
L.A. GARCÍA CORTÉS, C. CABRILLO: <i>Sobre la convergencia del muestreo de Gibbs en los modelos bayesianos jerárquicos.....</i>	96A-3	290
E.A. GÓMEZ, O. RAFAEL, J. RAMÓN, O. PERUCHO: <i>Propuesta de estimación de parámetros genéticos del carácter índice de conversión en dos líneas de conejos seleccionadas por crecimiento</i>	96A-3	296
J.A. GÓMEZ-LIMÓN, L. MEZA, A.I. SANJUÁN: <i>La competitividad del sector productor de vacuno de carne y leche en España ante los retos de la agenda 2000</i>	96A-2	143
MC. GUILLERMO GALINDO GONZÁLEZ: <i>Uso de innovaciones en el grupo de ganaderos "Joachín", de Veracruz, México</i>	96A-2	102
M. HABIB YAHYAQUI, A. COLL, A. SÁNCHEZ, J.M. FOLCH: <i>Caracterización de variantes genéticas en la k-caseína caprina.....</i>	96A-3	302
J.J. JURADO GARCÍA: <i>Nota sobre la estima del error de paternidad cuando la inseminación artificial se complementa con machos de monta natural</i>	96A-2	115
A. JEGARRA, E. UGARTE, E. RUIZ DE ZÁRATE: <i>Adecuación de la estructura de datos del caballo de carne en Álava para una estima de componentes de varianza</i>	96A-3	311
P. LÓPEZ-ROMERO, M.J. CARABAÑO: <i>Evaluación de modelos alternativos para el análisis de datos de producción de leche a lo largo de la lactación</i>	96A-3	318
M. PILES, D. GIANOLA, L. VARONA, A. BLASCO: <i>Análisis de la respuesta correlacionada a la selección por velocidad de crecimiento en las curvas de crecimiento de conejos.....</i>	96A-3	337
R. QUINTANILLA, J. PIEDRAFITA: <i>Efectos maternos en el peso al destete del ganado vacuno de carne: una revisión.....</i>	96A-1	7
M.F. ROTHSCHILD: <i>Advances in pig molecular genetics, gene mapping and genomics</i>	96A-3	349
G. SALCEDO: <i>Efectos del tipo de proteína suplementada a vacas de leche en pastoreo sobre la producción y composición química de la leche</i>	96A-2	126
M. SÁNCHEZ, C. GOÑI, I. MARAÑÓN, S. MARTÍN: <i>Diferencias en las preferencias entre los consumidores de carne de vacuno etiquetada y no etiquetada</i>	96A-1	40
M. SERRANO, P. DIEZ DE TEJADA, D. HERNÁNDEZ, J.J. JURADO: <i>El esquema de selección de la raza caprina "cabra del Guadarrama"</i>	96A-3	362
M.A. TORO, C. BARRAGÁN, J. RODRIGÁNEZ, C. RODRÍGUEZ, L. SILIÓ: <i>Estimación del parentesco en cerdos ibéricos utilizando marcadores moleculares</i>	96A-3	370
L. TORRANO, J. VALDERRABANO: <i>Capacidad de utilización de la vegetación del sotobosque por el ganado caprino.....</i>	96A-2	155
L. VARONA, G. DAVALOS, M. PÉREZ-ENCISO, J.M. FOLCH, N. JIMÉNEZ, A. SÁNCHEZ, J.L. NOGUERA: <i>Análisis bayesiano multivariante de componentes de varianza de caracteres de producción en una población Pietrain usando marcadores moleculares</i>	96A-3	379
G. YAGÜE-UTRILLA, C. MORENO, L.A. GARCÍA-CORTÉS, J. ALTARRIBA: <i>Inferencia en poblaciones donde se desconoce la cantidad de información perdida.....</i>	96A-3	383

EFICIENCIA TÉCNICA Y COSTES DE PRODUCCIÓN EN VITICULTURA

Belén Iráizoz, Manuel Rapún, Idoia Zabaleta

Departamento de Economía, Universidad Pública de Navarra,
Campus de Arrosadía, s/n, Pamplona 31006, Navarra, España
e-mail: idoia@unavarra.es

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es estimar y analizar la eficiencia técnica de un conjunto de explotaciones vitícolas. Las unidades de producción incluidas en el estudio están localizadas en la zona central y Ribera de Navarra.

Para medir la eficiencia técnica vamos a estimar funciones de producción frontera paramétricas y no paramétricas. La utilización de estos dos métodos permitirá comparar los resultados obtenidos.

Asimismo, se analiza la relación existente entre la eficiencia y otras variables relevantes de las explotaciones como el tamaño, los rendimientos factoriales y los resultados económicos. Por último, se contrasta la relación entre eficiencia y costes unitarios.

Palabras clave: Vid, Eficiencia técnica, Funciones de producción frontera, Costes unitarios.

SUMMARY

TECHNICAL EFFICIENCY AND PRODUCTION COSTS IN VITICULTURE

The objective of this paper is to estimate and to analyse the technical efficiency of a set of viticultural farms. The production units included in the study are located in the central and southern regions of Navarra.

In order to measure the technical efficiency we are going to estimate frontier production functions, both parametric and non parametric. Using both methods will let us compare the obtained results.

Likewise, the existing relationship between the efficiency and other relevant variables of the productive units such as the size, the factorial returns and the economic results are analysed. Finally, the efficiency is contrasted with unit costs.

Key words: Vine growing, Technical efficiency, Production functions, Unit costs.

Introducción

Con la incorporación de España a la Comunidad Económica Europea y la implantación de la Política Agraria Común (PAC, en adelante), el sector agrario, en general, ha registrado una serie de importantes modificaciones para adaptarse a la nueva situación marcada por la PAC y su evolución durante los años ochenta y noventa.

En el caso concreto de la producción de vino, la regulación comunitaria es extraordinariamente compleja, ya que el Reglamento (CEE) n.º 822/87 ha sido modificado en numerosas ocasiones, siendo la última la recogida en el Reglamento (CE) n.º 1627/98. Durante este periodo se han producido cambios de gran importancia, tanto internos como externos. Con ello nos estamos refiriendo a la Reforma de la PAC de 1992 y a los acuerdos comerciales de la Ronda Uruguay de 1995. Frente a estas situaciones, la Organización Común de Mercado Vitivinícola ha tenido que esperar su reforma hasta 1999 con el Reglamento (CE) n.º 1493/99. Este reglamento recoge de forma conjunta toda la prolija regulación del mercado vitivinícola, cuyo problema más importante es la existencia de un excedente estructural en el conjunto de la Unión Europea.

En lo que se refiere a España y a Navarra, del citado reglamento se desprende la necesidad de contar con explotaciones competitivas capaces de enfrentarse a los procesos de liberalización comercial y a las reducciones del tradicional apoyo comunitario.

En este contexto, el trabajo que a continuación se presenta pretende evaluar y analizar la eficiencia técnica y los costes de producción de un conjunto de explotaciones vitícolas localizadas en la zona media y Ribera de Navarra. Esta Comunidad del

norte de España tiene unas características orográficas y climáticas en las zonas señaladas, que favorecen el cultivo de la vid. En la medida que estas explotaciones sean eficientes y flexibles, estarán en disposición de enfrentarse a un entorno económico cada vez más difícil y competitivo.

La producción de uva creció el 42% entre 1990 y 1998, con una tasa de crecimiento acumulativa en el período del 4.5%. Además, en estos últimos años se están llevando a cabo inversiones que implican la modernización de los procesos de transformación, así como plantaciones de nuevas variedades.

La producción de vino en Navarra es una actividad agraria de cierta importancia. En el contexto regional y para el año 1994 representa el 8% de la Producción Final Agrícola, ocupando el 6% de las hectáreas cultivadas en la Comunidad. Aunque la aportación vitícola a la producción final agraria de Navarra no es muy elevada, el 5%, sus expectativas apuntan hacia un crecimiento.

En Navarra existen dos denominaciones de origen "Rioja" y "Navarra", constituidas en 1926 y 1936 respectivamente. En el año que nos ocupa, 1994, el 60% de las hectáreas cultivadas fueron de denominación de origen "Navarra".

En el trabajo se recoge en primer lugar la descripción de los métodos utilizados en la estimación de la eficiencia técnica, a continuación se describen los datos, se presentan los resultados de las estimaciones por los dos métodos utilizados, se analizan los elementos explicativos de la eficiencia, se contrasta la relación existente entre eficiencia y costes unitarios y por último se recogen las conclusiones más importantes.

Métodos

La eficiencia técnica de una unidad de producción se refiere al logro del máximo *output* posible dadas unas cantidades de *inputs*, o al uso mínimo de *inputs* dada una cantidad de *output*, teniendo en cuenta las relaciones físicas de producción.

La medida de la eficiencia técnica parte de la estimación de funciones de producción frontera, método propuesto inicialmente por FARRELL (1957). El método consiste en estimar una función de producción frontera que permite calcular el *output* máximo (y^*) que puede ser obtenido por cada unidad de producción, dada una combinación de *inputs*. El nivel de eficiencia técnica de cada unidad productiva se puede calcular como la relación entre el producto obtenido (y) y dicho máximo, es decir,

$$0 \leq ET < \frac{y}{y^*} \leq 1.$$

En la práctica, la función de producción frontera es desconocida, por lo que en la literatura se han desarrollado dos métodos principales para estimarla: paramétrico y no paramétrico. La principal diferencia radica en establecer o no, *a priori*, una forma funcional para la función de producción frontera. El principal inconveniente del paramétrico consiste en que la forma funcional utilizada es una hipótesis impuesta a los datos que no puede ser contrastada, pero tiene la ventaja de que se puede realizar inferencia estadística sobre los resultados obtenidos. El método no paramétrico tiene la ventaja de su flexibilidad, ya que se adapta a modelos multiproducto e impone condiciones menos restrictivas en cuanto a la tecnología de referencia. No obstante, su

incapacidad para incluir perturbaciones aleatorias hace que sus resultados sean muy sensibles a errores de medida y de especificación del modelo.

Ambos métodos tienen como inconveniente que, dado que la frontera de producción es desconocida, los niveles de eficiencia calculados son relativos a los datos disponibles. Como señalan PEDRAJA y SALINAS (1995), “no obtendremos, por tanto, verdaderas eficiencias sino eficiencias calculadas a partir de las mejores prácticas observadas”. Además, en general, no hay forma de saber si las medidas empíricas sobrestiman o subestiman la verdadera eficiencia técnica.

Existen numerosas aplicaciones¹ de la medida de la eficiencia técnica de explotaciones agrícolas y ganaderas. En la literatura española podemos encontrar, entre otros, estudios relativos a la producción lechera (ÁLVAREZ, BELKNAP y SAUPE, 1998; ARIAS y ÁLVAREZ, 1993), a la producción porcina (MURUA y ALBISU, 1993) y a la producción de maíz (COLOM, 1994).

Fronteras paramétricas estocásticas

El planteamiento de estos modelos procede de AIGNER, LOVELL y SCHMIDT (1977) y MEEUSEN y VAN DEN BROECK (1977). Determinada la forma funcional que adopta la función de producción, los autores plantean el modelo $y_i = f(x_i, \beta) + \varepsilon_i$, donde y_i es el *output* de la explotación i , x_i es el vector de *inputs*, β es un vector de parámetros y ε_i una perturbación compuesta por dos elementos, $\varepsilon_i = v_i + u_i$. El componente v_i es una perturbación simétrica que recoge las variaciones aleatorias en la producción debido a

1. Una recopilación de aplicaciones en el ámbito agrario se puede encontrar en Battese (1992).

factores que no están bajo el control de la unidad de producción y se supone que se distribuye idéntica e independientemente como una $N(0, \sigma_v^2)$. El componente u_i es un término asimétrico que recoge la ineficiencia técnica y se asume que se distribuye independientemente de v_i , y que satisface² que $u_i \leq 0$. El método de estimación utilizado es el de Máxima Verosimilitud.

Un problema que se plantea en estos modelos es que la perturbación u_i no es observable directamente, por lo que la ineficiencia de cada observación se estima, siguiendo a JONDROW *et al.* (1982), a partir de la distribución condicionada de u_i dada ε_i , es decir, $E(u_i | \varepsilon_i)$.

Fronteras no paramétricas

Estos modelos se conocen con el nombre de Análisis Envolvente de Datos (DEA). El modelo básico, propuesto por CHARNES, COOPER y RHODES (1978), asume que la tecnología de producción presenta rendimientos constantes a escala.

Supongamos una actividad productiva en la que hay n explotaciones, que utilizan m inputs $X_i = (x_{i1}, \dots, x_{im}) \in R_+^m$ para obtener s outputs $Y_i = (y_{i1}, \dots, y_{is}) \in R_+^s$. Cada par de vectores (X_i, Y_i) constituye un proceso productivo. Si definimos Y como la matriz $s \times n$ de outputs, y X como la matriz $m \times n$ de inputs y λ como el vector intensidad ($n, 1$) que pondera las actividades de cada explotación perteneciente al Grupo de Compa-

ción Eficiente, el modelo se plantea del modo siguiente:

$$CRS(Y, X_i, u^i, v^i) = \min \left[- (u^i s + v^i e) \right]$$

$$Y\lambda - s = Y_i$$

$$\text{sujeto a: } -X\lambda - e = -X_i$$

$$\lambda \geq 0, e \geq 0, s \geq 0$$

El índice de Eficiencia Técnica Global (ETG) θ_g^* es un escalar que representa la mínima proporción a la que se puede reducir el consumo de inputs sin alterar el nivel de output. Si el índice es igual a la unidad³, la explotación es técnicamente eficiente. Si es menor que 1 existe ineficiencia técnica.

Esta medida de eficiencia puede ser el resultado de comparar unidades de gran escala con unidades hipotéticas de reducida escala y al contrario. Para solucionar este problema, BANKER, CHARNES y COOPER (1984) plantearon un modelo en el que se permite que los rendimientos a escala sean variables, en cuyo caso se debe añadir al problema anterior la restricción de que los λ_i sumen la unidad. A la medida resultante se le denomina Eficiencia Técnica Pura (ETP).

Dado que para hallar la ETP hemos restringido el Grupo de Comparación Eficiente, se cumple que $ETP_i \geq ETG_i$. Una vez conocida la ETG y la ETP, la relación entre ambas nos indica la eficiencia de escala (EE), que puede interpretarse como la reducción adicional en el consumo de inputs si la tecnología presentase rendimientos constantes a escala en el punto en

2. Aigner, Lovell y Schmidt analizan el caso de la seminormal y la exponencial. Meeusen y Van den Broeck estudian solamente este último caso. En nuestra aplicación también supondremos que la perturbación u_i se distribuye como una exponencial, porque se ajusta mejor a los datos disponibles.

3. Tener un índice $\theta_g^* = 1$ garantiza que no pueda reducirse el consumo de todos los inputs a la vez, aunque podemos variar el consumo de uno de ellos y alcanzar mayor eficiencia. A esta condición hay que añadirle además que las variables de holgura sean cero para garantizar la eficiencia técnica.

el que se sitúa la unidad productiva evaluada, y viene dada por $EE_i = ETG_i / ETP_i$.

Datos utilizados

Los datos utilizados, referentes al año 1994, proceden del Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación del Gobierno de Navarra, y son los empleados para elaborar la Red Contable Agraria de Navarra (RICAN). Han sido escogidas todas las explotaciones que contenían más de un 10% de este producto agrario en el total del producto bruto final de la explotación.

En este análisis se ha utilizado información relativa a 51 explotaciones que tienen la vid como cultivo principal de secano

extensivo. La vid de regadío no la hemos considerado en el análisis por ser su importancia mucho menor (en concreto, en el año 1994, representaba el 20% de las hectáreas cultivadas).

El *output* considerado ha sido la Producción Bruta⁴ (en miles de pesetas). Los *inputs*⁵ considerados, cuyas estadísticas básicas aparecen en el cuadro 1, son: el trabajo (HORAS) medido a través del número de horas trabajadas en un año; la tierra (SAU) medida por las hectáreas de Superficie Agrícola Útil; el capital (INVM) expresado como el inventario medio anual de maquinaria y edificios en miles de pesetas y los gastos de cultivo (GCULM) que incluyen los relativos a plantas, abonos y otros gastos específicos de cultivo en miles de pesetas.

Cuadro 1. Estadísticas básicas de las variables utilizadas
Table 1. Basic Statistics for the data used

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
Producción Bruta	265,34	6.300,19	2.108,74	1.582,55
HORAS	238,78	3.925,95	1.223,64	894,40
SAU	1,18	18,55	7,92	4,84
INVM	78,22	8.135,40	812,70	1.239,05
GCULM	29,78	1.171,66	382,26	246,99

Fuente: Elaboración propia con base en la RICAN. *Source: Authors' own.*

4. La Producción Bruta se calcula como las Ventas-Autoconsumo-Reempleo-Inventario de cierre+Inventario de apertura.

5. Dado que la información proviene de las contabilidades agrarias, los *inputs* hacen referencia al conjunto de la explotación (excepto la tierra), por lo tanto ha sido necesario asignarlos a cada uno de los procesos productivos presentes en cada explotación. Las horas trabajadas y los gastos de cultivo se han imputado en función del porcentaje del Producto Bruto correspondiente a cada proceso productivo, mientras que el capital se ha imputado en función de la superficie.

Resultados

Frontera paramétrica

En primer lugar se debe especificar una forma funcional para la función de producción frontera a estimar. En este trabajo, se ha asumido que adopta la forma de una función Cobb-Douglas, es decir,

$$y_i = A * \prod_{j=1}^n x_{ij}^{\beta_j} * e.$$

Una vez linealizada y teniendo en cuenta las variables consideradas en la aplicación, la función a estimar es:

$$\ln PBK_i = \alpha + \beta_1 \ln HORAS_i + \beta_2 \ln SAU_i + \beta_3 \ln INVM_i + \beta_4 \ln GCULM_i + \varepsilon_i$$

Los resultados de la estimación aparecen en el cuadro 2. Como se puede observar todos los coeficientes tienen el signo espe-

rado y resultan estadísticamente significativos, a excepción del inventario medio, variable escogida como representativa del capital⁶.

Una vez estimada la función de producción, para estimar la eficiencia técnica de cada explotación se debe calcular

$$\exp[-E(u_i|\varepsilon_i)].$$

La distribución de frecuencias y las estadísticas básicas del nivel de eficiencia técnica así calculado (ETPAR) aparecen en el cuadro 3. Los resultados nos indican que las explotaciones consideradas, dado el consumo de *inputs*, producen solamente el 85% del *output* máximo.

Frontera no paramétrica

Resolviendo los problemas de programación matemática para el modelo con

Cuadro 2. Frontera paramétrica estimada
Table 2. Estimated parametric frontier

Variable	Coefficiente	t-ratio
Constante	2,24	3,75*
LnHORAS	0,44	4,76*
LnSAU	0,36	3,54*
LnINVM	0,02	0,50
LnGCULM	0,25	4,44*
ϕ	5,98	2,42*
σ_v	0,18	3,85*
Log-Verosim.	0.44	

(*) Significativo al 1%. (*) Significant at the 1% level.

6. Se han estimado funciones de producción frontera utilizando diferentes variables para cuantificar el uso de capital en cada explotación (amortizaciones, maquinaria) y la que se presenta es la que ofrecía mejores resultados econométricos.

rendimientos constantes a escala y para el de rendimientos variables, se han obtenido los diferentes niveles de eficiencia técnica global (ETG) y de eficiencia técnica pura (ETP), para posteriormente, y relacionando las anteriores, calcular la eficiencia de escala (EE). Las estadísticas básicas de esos niveles de eficiencia para los dos cultivos considerados se recogen en el cuadro 3.

La producción de uva presenta una eficiencia global de 0,78. La ineficiencia se debe más a consideraciones técnicas que de escala, ya que la eficiencia técnica pura es de 0,85 y la de escala es de 0,91.

Comparación de los resultados obtenidos con ambas fronteras

Para contrastar los resultados obtenidos a partir de los dos métodos, hemos calculado los coeficientes de correlación de Pearson

entre el nivel de eficiencia ETPAR y la ETG y la ETP, así como el coeficiente de correlación de Spearman entre las ordenaciones que se originan con cada medida de la eficiencia técnica, que se incluyen en el cuadro 4.

En todos los casos, los coeficientes son positivos y estadísticamente significativos al 1%. Por lo tanto, podemos concluir que los métodos utilizados producen resultados similares en cuanto a los niveles de eficiencia técnica y ordenaciones derivadas de los mismos. Por esta razón, el análisis posterior se realiza utilizando el nivel de eficiencia técnica calculado a partir de la frontera paramétrica estocástica.

Elementos explicativos de la eficiencia

En este apartado se pretende llevar a cabo una segunda etapa del análisis de la

Cuadro 3. Niveles de eficiencia técnica estimada
Table 3. Levels of technical efficiency estimated

Eficiencia técnica	ETPAR		ETG		ETP		EE	
	Nº Obs.	%	Nº Obs.	%	Nº Obs.	%	Nº Obs.	%
0.0-0,75	4	7,8	20	39,2	10	19,6	5	9,8
0,75-0,80	7	13,7	6	11,8	9	17,6	1	2,0
0,80-0,85	5	9,8	5	9,8	4	7,8	3	5,9
0,85-0,90	17	33,3	3	5,9	4	7,8	6	11,8
0,90-0,95	17	33,3	7	13,7	3	5,9	7	13,7
0,95-1	1	2,0	10	19,6	21	41,2	29	56,9
Media	0,85		0,79		0,85		0,92	
Desviación típica	0,92		0,17		0,15		0,11	
Mínimo	0,48		0,33		0,44		0,57	
Máximo	0,95		1		1		1	

Fuente: Elaboración propia. *Source: Authors' own.*

Cuadro 4. Coeficientes de correlación de Pearson y Spearman
Table 4. Pearson and Spearman Correlation Coefficients

	PEARSON	SPEARMAN
ETPAR-ETG	0,83	0,86
ETPAR-ETP	0,70	0,81

Fuente: Elaboración propia. *Source: Authors' own.*

eficiencia técnica con la intención de explicar las características que comparten las unidades productivas más eficientes.

En la literatura existen numerosos⁷ trabajos empíricos que realizan este tipo de análisis, que se puede llevar a cabo de dos formas. En primer lugar, existe la posibilidad de estimar la función de producción frontera incluyendo todas las variables que afectan a la producción, ya sea directamente como *inputs* productivos, o indirectamente a través de la eficiencia técnica. La otra alternativa consiste en el análisis en dos etapas. En la primera se estima una función de producción frontera y una vez obtenidos los niveles de eficiencia técnica, se estudia su relación con una serie de variables exógenas.

En este trabajo se utiliza el procedimiento en dos etapas, ya que facilita una evaluación más intuitiva de los resultados de las unidades productivas analizadas y resulta

más atractivo para el análisis de políticas y toma de decisiones⁸.

La relación entre la eficiencia y el conjunto de variables exógenas se puede establecer bien a través de un análisis de la varianza o bien a través de un análisis de regresión⁹. En nuestro caso se utilizan ambos con el fin de contrastar los resultados obtenidos.

En cuanto a las variables exógenas utilizadas para explicar el nivel de eficiencia, las más utilizadas en la literatura en el ámbito de las explotaciones agrarias han sido, además del tamaño, la edad, el nivel de estudios y la experiencia del agricultor, el uso de servicios de extensión agraria, el volumen de rentas obtenido fuera de la explotación, entre otras.

En nuestro caso, y dada la información disponible, se analiza la relación entre la eficiencia técnica y variables relativas al tamaño y a los resultados de las explotaciones¹⁰.

7. Véanse por ejemplo, Timmer (1971), Phillips y Marble (1986), Kalirajan y Shand (1989), Parikh, Ali y Shah (1995), Tadesse y Krishnamoorthy (1997) y Seyoum, Battese y Fleming (1998).

8. Véase McCarty y Yaisawarng (1993) y Yu (1998).

9. Por ejemplo, Álvarez, Belknap y Saupe (1988) aplican ambos métodos, Bravo Ureta y Evenson (1994) el análisis de la varianza, y Mendez y Benoit-Cattin (1996) el análisis de regresión.

10. También se han realizado análisis similares para variables referentes a la combinación de *inputs*, pero dado que los resultados no eran estadísticamente significativos, se ha optado por no presentarlos.

Las variables referentes al tamaño son la producción medida en miles de pesetas de producto (PBm) o como kilogramos de uva obtenidos (PBk), la superficie (SAU) y el trabajo medido en Unidades de Trabajo Año empleadas por explotación (UTA). El resultado de las explotaciones se va a medir a través de las siguientes ratios: redimiendo de la tierra expresado en unidades físicas (RTO/SAUf), kilogramos por hectárea; la misma ratio expresada en unidades monetarias (RTO/SAUm), miles de pesetas por hectárea; el rendimiento esperado por unidad de trabajo año en unidades físicas (RTO/UTAf), kilogramos por Unidad de Trabajo Año; la misma ratio en unidades monetarias (RTO/UTAm), miles de pesetas por Unidad de Trabajo Año.

Para realizar el análisis de la varianza se han clasificado las explotaciones en tres grupos en función de su eficiencia técnica como explotaciones con eficiencia baja, media y alta. Los resultados de dicho análisis, para las variables que han resultado estadísticamente significativas, se recogen en el cuadro 5.

Del análisis se desprende que existe una relación positiva entre el tamaño y la eficiencia, ya que se observan diferencias estadísticamente significativas en los valores de la producción, tanto en términos físicos como monetarios, entre los tres grupos considerados, siendo las explotaciones más eficientes las que presentan mayor tamaño.

Las conclusiones obtenidas del análisis de las variables relativas a la explotación indican que las explotaciones más eficientes obtienen mayor cantidad de producción en unidades físicas y monetarias por hectárea de superficie cultivada. Sin embargo, la productividad del trabajo, tanto en términos físicos como monetarios, es mayor en el caso de las explotaciones con un nivel de eficiencia medio.

Para terminar el análisis hemos realizado un ajuste mínimo cuadrático ordinario entre el nivel de eficiencia y las variables anteriores. El procedimiento utilizado ha sido el *stepwise* que sigue un proceso de selección de variables "paso a paso". El proceso se inicia sin ninguna variable independiente

Cuadro 5. Resultados del análisis de la varianza (eficiencia)

Table 5. Results of the analysis of variance (efficiency)

	Eficiencia técnica			Valor de F
	Baja	Media	Alta	
Efic. técnica	0,75	0,88	0,92	36,37*
PBm	1.519,72	2.023,83	2.782,68	2,95***
PBk	28.117,64	36.547,05	47.311,76	2,42***
RTO/SAUf	3.772,55	4.743,29	5.612,53	13,73*
RTO/SAUm	196,28	255,89	333,52	23,69*
RTO/UTAf	77.491,23	150.859,33	110.182,33	3,40**
RTO/UTAm	3.894,96	7.399,28	6.577,22	4,84*

(*) Significativo al 1%; (**) Significativo al 5%; (***) Significativo al 10%.

(*) Significant at the 1% level; (**) Significant at the 5% level; (***) Significant at the 10% level.

en la ecuación de regresión. En cada paso se introduce o se elimina una variable. El proceso finaliza cuando no queda ninguna variable fuera de la ecuación que satisfaga el criterio de selección, ni tampoco queda ninguna variable que satisfaga el criterio de eliminación. Las variables seleccionadas al final de proceso se recogen en el cuadro 6.

El valor del estadístico de la F es de 21,33 por lo que se acepta la significación global del modelo. Además el ajuste presenta un R² corregido de 0,45. Por lo tanto, las variables incluidas en la regresión explican casi la mitad de la variación en la eficiencia.

La eficiencia se relaciona positivamente con la producción por hectárea y por Unidad de Trabajo Año en términos monetarios. Es decir, son más eficientes aquellas explotaciones que más rendimiento obtienen por hectárea y por trabajador. Este resultado coincide con el alcanzado en el análisis de la varianza.

Costes de producción

En este apartado se pretende analizar los costes de producción de un kilogramo de uva en estas explotaciones, y contrastar la

posible relación entre los costes y el nivel de eficiencia de las mismas.

Los datos disponibles proceden de la misma fuente de información que los utilizados anteriormente. Dado que la RICAN presenta para cada explotación los costes totales, hubo que asignarlos entre los diferentes cultivos de cada explotación.

Los costes vienen divididos en seis grandes apartados, que son los siguientes: costes directos (semillas, plantas, fertilizantes, productos fitosanitarios y otros suministros), costes de maquinaria (trabajos contratados, carburantes, lubricantes, reparaciones y repuestos), costes de mano de obra (mano de obra asalariada y mano de obra familiar), costes indirectos pagados (gastos financieros, arrendamientos, impuestos, conservación y mejoras en edificios y otros gastos generales), amortización y otros costes indirectos (calculados en función de estimaciones realizadas sobre la renta de la tierra y los intereses de los capitales propios).

De acuerdo con el criterio seguido por la Red Contable Europea, la asignación de costes se ha realizado teniendo en cuenta si la explotación es agrícola o ganadera. En las explotaciones agrícolas el criterio seguido es imputar los costes de la siguiente manera:

Cuadro 6. Variables seleccionadas en el ajuste
Table 6. Variables selected in adjustment

Variable	Coficiente	t-ratio
Constante	63.50	18,37*
RTO/UTAm	0,0006	2,42**
RTO/SAUm	0,06	5,63*

(*) Significativo al 1%; (**) Significativo al 5%.
(*) Significant at the 1% level; (**) Significant at the 5% level.

a) Se reparten proporcionalmente al producto bruto de cada cultivo los costes directos, los costes de mano de obra¹¹, costes indirectos pagados (a excepción del canon de arrendamiento) y los intereses de otros capitales propios.

b) Por otra parte, se reparten proporcionalmente a la superficie de cada cultivo los costes de maquinaria, canon de arrendamiento pagado y calculado (o renta de la tierra) y las amortizaciones.

Para contrastar la relación existente entre el coste unitario calculado, las ratios precedentes y la eficiencia, se ha realizado un análisis de la varianza. Para ello, se ha estratificado la muestra en función de la media del coste unitario de cada explotación, obteniéndose tres grupos de explotaciones con coste unitario bajo (38,59 ptas./kg), medio (53,36 ptas./kg) y alto (77,25 ptas./kg). Los

resultados, para aquellas variables que resultan estadísticamente significativas, se recogen en el cuadro 7.

La relación que se establece entre eficiencia y coste unitario, nos dice que las explotaciones con costes unitarios más bajos son las más eficientes.

En cuanto al tamaño de la explotación, el análisis indica que las unidades productivas con costes unitarios menores utilizan un menor número de UTAs, aunque cada Unidad de Trabajo Año se encarga de un mayor número de hectáreas.

El mayor volumen de producción en términos físicos por hectárea de superficie cultivada lo obtienen las explotaciones que producen a un menor coste unitario. También se consiguen mayores niveles de producción física y monetaria por UTA en las explotaciones de menor coste.

Cuadro 7. Resultados del análisis de la varianza (coste unitario)

Table 7. Results of the analysis of variance (unit cost)

	Coste unitario			
	Bajo	Medio	Alto	Valor de F
Coste unitario	38,60	53,36	77,25	95,71 *
Efic. técnica	0,90	0,88	0,78	12,70*
UTA	0,28	0,37	0,50	4,48**
SAU/UTA	33,09	24,17	16,07	5,10*
RTO/SAUf	5.258,92	4.782,49	4.086,97	4,21**
RTO/UTAf	174.153,78	99.507,40	64.871,72	9,66*
RTO/UTAm	8.268,01	5.835,50	3.767,93	8,16*

(*) Significativo al 1%; (**) Significativo al 5%.

(*) *Significant at the 1% level; (**) Significant at the 5% level.*

11. Una U.T.A. de mano de obra familiar se ha valorado en 1.250.000 ptas.

Conclusiones

De los resultados obtenidos en este trabajo merecen destacarse los siguientes aspectos:

1. Las explotaciones productoras de uva presentan unos valores de eficiencia técnica relativamente altos. Este resultado se confirma con independencia del método empleado en su estimación. Ambos métodos ofrecen resultados similares, tanto en lo que se refiere a los índices de eficiencia, como a la ordenación de las explotaciones vitícolas.

2. Respecto a los determinantes de la eficiencia, una de las variables que tiene efectos significativos es el tamaño de la explotación, tanto en términos físicos como monetarios. La evidencia obtenida concluye que existe una relación positiva entre tamaño y eficiencia, de forma que serían las explotaciones vitícolas más grandes las que producen una cantidad más próxima al máximo posible, es decir, las que se sitúan más cerca de la frontera de producción.

A este respecto, también merece destacarse que la eficiencia está positivamente relacionada con el rendimiento de la tierra, de forma que las explotaciones más eficientes son las que obtienen mayor cantidad de producción por hectárea de superficie. Sin embargo, las explotaciones pertenecientes al grupo de eficiencia media obtienen mayor producción por Unidad de Trabajo Año.

3. Los costes unitarios de producción muestran una relación negativa con la eficiencia técnica. Las explotaciones con costes más bajos obtienen mayores niveles de eficiencia. Esta relación se debe, sin duda, a que las explotaciones más eficientes para producir una unidad de producto utilizan menos *inputs*, y por lo tanto presentan un coste unitario inferior.

Por otra parte, las unidades con menores costes unitarios utilizan menos mano de obra, cada Unidad de Trabajo Año dispone de un mayor número de hectáreas, y sus rendimientos del trabajo y de la tierra son superiores.

Bibliografía

- AIGNER D.J., LOVELL C.A.K., SCHMIDT P., 1977. Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometrics*, 5 (1), 21-38.
- ÁLVAREZ A., BELKNAP J., SAUPE W., 1988. Eficiencia técnica de explotaciones lecheras. *Revista de Estudios Agro-Sociales*, 145, 143-156.
- ARIAS C., ÁLVAREZ A., 1993. Estimación de eficiencia técnica en explotaciones lecheras con datos de panel. *Investigación Agraria. Economía*, 8 (1), 101-109.
- BANKER R.D., CHARNES A., COOPER W.W., 1984. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30 (9), 1078-1092.
- BATTESE G.E., 1992. Frontier production function and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economics. *Agricultural Economics*, 7 (3/4), 185-208.
- BRAVO URETA B.E., EVENSON R.E., 1994. Efficiency in agricultural production: the case of peasant farmers in eastern Paraguay. *Agricultural Economics*, 10 (1), 27-37.
- CHARNES A., COOPER W.W., RHODES E., 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2 (6), 429-444.
- COLOM A., 1994. Estimación paramétrica de fronteras de producción: eficiencia productiva en empresas productoras de maíz. *Investigación Agraria. Economía*, 9 (1), 5-32.
- FARRELL M.J., 1957. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, ser. A*, 120, part. III, 253-281.

- JONDROW J., LOVELL C.A.K., MATEROV I.S., SCHMIDT P., 1982. On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model. *Journal of Econometrics*, 19, 269-294.
- KALIRAJAN K.P., SHAN R.T., 1989. A generalized measure of technical efficiency. *Applied Economics*, 21, 25-34.
- MCCARTY T.A., YAISAWARNG S., 1993. Technical efficiency in New Jersey school districts, pp. 271-287. En: *The measurement of productive efficiency. Techniques and Applications*. Fried, Lovell y Schmidt. Ed. Oxford University Press, New York (EEUU).
- MEEUSEN W., VAN DEN BROECK J., 1977. Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Function with Composed Error. *International Economic Review*, 18 (2), 435-455.
- MÉNDEZ J.C., BENOIT-CATTIN M., 1996. Determinación paramétrico-estocástica de la eficiencia técnica de la producción de café de los pequeños productores de Guatemala. *Investigación Agraria. Economía*, 11 (1), 117-137.
- MURUA J.R., ALBISU L.M., 1993. Eficiencia técnica en la producción porcina de Aragón. *Investigación Agraria. Economía*, 8 (2), 239-251.
- PARIKH A., ALI F., SHAH M.S., 1995. Measurement of Economic Efficiency in Pakistani Agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*, 77, 675-685.
- PEDRAJA F., SALINAS J., 1995. La eficiencia en la Administración de Justicia. Las salas de lo contencioso de los Tribunales Superiores de Justicia. *Revista de Economía Aplicada*, 8 (III), 163-195.
- PHILLIPS J.M., MARBLE R.P., 1986. Farmer education and efficiency: a frontier production function approach. *Economics of Education Review*, 5 (3), 257-264.
- SEYOUM E.T., BATESSE G.E., FLEMING E.M., 1998. Technical efficiency and productivity of maize producers in eastern Ethiopia: a study of farmers within and outside the Sasakawa-Global 2000 project. *Agricultural Economics*, 19, 341-348.
- TADESSE B., KRISHNAMOORTHY S., 1997. Technical efficiency in paddy farms of Tamil Nadu: an analysis based on farm size and ecological zone. *Agricultural Economics*, 16, 185-192.
- TIMMER C.P., 1971. Using a Probabilistic Frontier Function to Measure Technical Efficiency. *Journal of Political Economic*, 79, 179-194.
- YU C., 1998. The effects of exogenous variables in efficiency measurement - A Monte Carlo study. *European Journal of Operational Research*, 105, 569-580.

(Aceptado para publicación el 19 de septiembre de 2000)

El presente trabajo forma parte de un proyecto de investigación titulado "Eficiencia técnica y costes de producción. El sector agrario de Navarra", con financiación recibida del Gobierno de Navarra.

COMPORTAMIENTO *IN VIVO* E *IN VITRO* DE VARIEDADES DE ALBARICOQUERO FRENTE AL PLUM POX POTYVIRUS (SHARKA)

P. Martínez-Gómez, M. Rubio, F. Dicenta

Dpto. de Mejora y Patología Vegetal, Centro de Edafología
y Biología Aplicada del Segura (CSIC), Apartado 4195
30080 Murcia, España
e-mail: fdicenta@natura.cebas.csic.es

RESUMEN

En este trabajo se ha estudiado en condiciones *in vivo* e *in vitro* el comportamiento de 4 variedades de albaricoquero, 'Stark Early Orange' y 'Goldrich' de origen estadounidense, 'Harcot' (canadiense) y 'Real Fino' (española), frente a un aislado del virus de la sharka (plum pox potyvirus, PPV) denominado RB3.30, representativo de la población española del virus. Los resultados obtenidos muestran una buena correlación entre la evaluación *in vivo* e *in vitro*. Las variedades 'Stark Early Orange' y 'Goldrich' se mostraron resistentes mientras que la variedad 'Real Fino' se mostró susceptible. Por otro lado, 'Harcot' manifestó un comportamiento diferente, resistente en la evaluación *in vivo* y tolerante *in vitro*. La evaluación *in vitro* de la resistencia frente al PPV se muestra como un método aplicable a la rutina de un programa de mejora del albaricoquero de manera complementaria a la tradicional evaluación *in vivo*.

Palabras clave: Albaricoquero, *Prunus armeniaca* L., Sharka, Plum pox potyvirus, Resistencia, Evaluación *in vivo*, Evaluación *in vitro*.

SUMMARY

IN VIVO AND *IN VITRO* BEHAVIOUR OF APRICOT CULTIVARS TO PLUM POX POTYVIRUS (SHARKA)

In this work, the behaviour in *in vivo* and *in vitro* conditions of 4 apricot cultivars, 'Stark Early Orange' and 'Goldrich' (American), 'Harcot' (Canadian) and 'Real Fino' (Spanish), to a sharka (plum pox potyvirus, PPV) Spanish isolate was studied. The results showed a high correlation between the *in vivo* and *in vitro*, evaluation. 'Stark Early Orange' and 'Goldrich' behaved as resistance, whereas 'Real Fino' was susceptible. On the other hand, 'Harcot' behaved different, as resistant *in vivo* and tolerant in *in vitro*. The *in vitro* evaluation of resistance to PPV could be a suitable method to evaluate the resistance to PPV in apricot breeding programs as a complement to the traditional *in vivo* evaluation.

Key words: Apricot, *Prunus armeniaca* L., Sharka, Plum pox potyvirus, Resistance, *In vivo* evaluation, *In vitro* evaluation.

Introducción

La sharka, enfermedad viral producida por el plum pox potyvirus (PPV), es en la actualidad uno de los factores limitantes más importantes para el cultivo del albaricoquero en las zonas europeas afectadas (NÉMETH, 1994). Hasta la fecha, todas las variedades de albaricoquero tradicionalmente cultivadas en Europa que han sido evaluadas se han mostrado susceptibles a los diferentes aislados de este virus (KARAYIANNIS, 1989; DOSBA *et al.*, 1991; AUDERGON *et al.*, 1995). El control de la enfermedad se realiza en estos momentos mediante el arranque de los árboles enfermos y el uso de variedades certificadas libres de virus. Estas medidas reducen la dispersión del virus aunque sin garantizar su erradicación (DICENTA *et al.*, 1999), por lo que el cultivo de variedades resistentes es la única solución definitiva para el control de la enfermedad (AUDERGON *et al.*, 1994; POLÁK *et al.*, 1995).

Las fuentes de resistencia descritas originalmente fueron variedades procedentes de Norte América. Estas variedades presentan en su mayoría una serie de características negativas (autoincompatibilidad floral, frutos de poca calidad, grandes necesidades de frío) que no permiten su cultivo en las principales zonas de producción europeas. Por tanto, la obtención de nuevas variedades resistentes al PPV es uno de los principales objetivos de la mejora genética del albaricoquero en toda Europa (AUDERGON *et al.*, 1994; POLÁK *et al.*, 1995; EGEA *et al.*, 1999).

La evaluación de la resistencia es uno de los aspectos claves en los programas de mejora genética del albaricoquero para resistencia al PPV. En las zonas europeas con altos niveles de infección como Centro y Este de Europa o Grecia, esta evaluación de la resistencia se realiza en campo en con-

diciones de infección natural (KARAYIANNIS, 1989; POLÁK *et al.*, 1997), mientras que en los países donde la enfermedad se encuentra menos extendida, como Francia o España, se realiza en condiciones controladas en invernaderos a prueba de insectos (AUDERGON *et al.*, 1994; MARTÍNEZ-GÓMEZ y DICENTA, 1998).

Este trabajo tiene como objetivo comparar el comportamiento *in vivo* e *in vitro* del

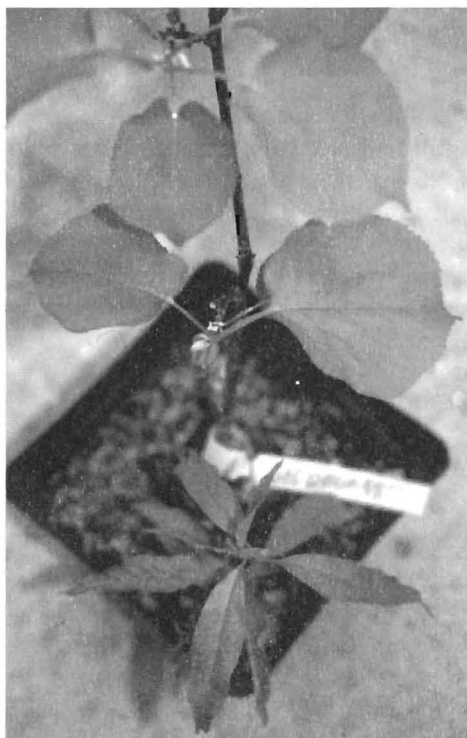


Figura 1. Variedad 'Goldrich' injertada sobre melocotonero GF305 inoculado con el PPV. Es posible observar la ausencia de síntomas de PPV en esta variedad frente a los cuantiosos síntomas que presenta el GF305.

Figure 1. 'Goldrich' cultivar grafted onto GF305 peach inoculated with PPV. It is possible to see the absence of sharka symptoms in the cultivar in front of the strong symptoms showed by the GF305.

nivel de resistencia de 4 variedades de albaricoquero de interés para su utilización en los programas de mejora frente a un aislado del PPV representativo de la población existente en España.

Material y métodos

Material vegetal

Las variedades de albaricoquero ensayadas fueron las de origen estadounidense 'Stark Early Orange' y 'Goldrich', la canadiense 'Harcot', y la española 'Real Fino'. Como patrón se utilizaron plantas procedentes de semillas de melocotonero 'GF305', caracterizado por su elevada susceptibilidad al PPV y muy utilizado como patrón susceptible en los ensayos de evaluación de la resistencia al PPV de diversos *Prunus* (AUDERGON y MORVAN, 1990; GABOVA, 1994).

Aislado ensayado

Como fuente del PPV se utilizó el aislado RB3.30, aislado Tipo Dideron procedente de la colección de aislados del IVIA de Valencia, obtenido en España a partir de ciruelo 'Red Beaut' y mantenido en melocotonero 'GF305'. Este aislado es considerado representativo de la población española de aislados de PPV (ASENSIO, 1996).

Evaluación in vivo del nivel de resistencia

La evaluación *in vivo* del nivel de resistencia se realizó aplicando el método descrito por MARTÍNEZ-GÓMEZ y DICENTA (1998), en condiciones controladas en invernadero

a prueba de insectos, utilizando como patrón susceptible el melocotonero 'GF305'. Diez repeticiones de cada variedad fueron injertadas sobre el patrón previamente inoculado mediante injerto de corteza con el PPV. Las plantas fueron sometidas a dos ciclos de crecimiento artificial al año, con periodos de cuatro meses de cultivo en invernadero y aplicación de periodos de letargo artificial de dos meses en cámara fría a 7°C y oscuridad.

La presencia de síntomas en el patrón GF305 fue indicativa de la eficiente inoculación del virus, en caso contrario fue necesario repetir esta inoculación. La eva-

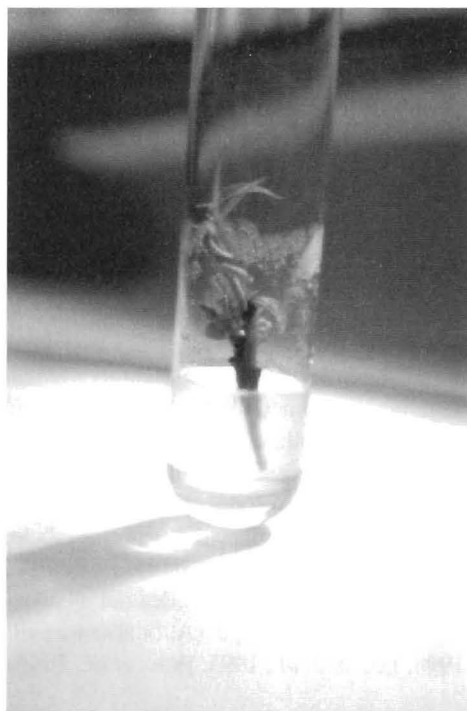


Figura 2. Variedad 'Goldrich' microinjertada *in vitro* sobre melocotonero GF305 inoculado con el PPV.

Figure 2. 'Goldrich' cultivar *in vitro* micrografted onto GF305 peach inoculated with PPV.

Cuadro 1. Comportamiento *in vivo* de las variedades de albaricoquero estudiadas frente al PPV

Table 1. *In vivo behaviour of studied apricot cultivars to PPV*

Variedad	Plantas ensayadas	Plantas evaluadas (a)	Ciclo 1		Ciclo 2	
			Síntomas (b)	ELISA (c)	Síntomas (b)	ELISA (c)
'SEO'*	10	5	0 (0)	0 (0,21)	0 (0)	0 (0,25)
'Goldrich'	10	5	0 (0)	0 (0,28)	0 (0)	0 (0,24)
'Real Fino'	10	5	4 (2,3)	4 (1,55)	5 (2,3)	5 (1,68)
'Harcot'	10	4	0 (0)	0 (0,27)	0 (0)	0 (0,23)

(*) Stark Early Orange.
(a) Plantas en las cuales la inoculación fue efectiva, el patrón mostró síntomas de sharka y dio ELISA+, y se produjo la brotación de las yemas de albaricoquero injertadas.
(b) Número de plantas con síntomas (intensidad media de estos síntomas, utilizando una escala de 0 –ausencia de síntomas– a 5 –máxima intensidad–).
(c) Número de plantas ELISA+ (Densidad Óptica -DO- media del ELISA a 405 nm a los 60' de las plantas enfermas. DO del albaricoquero sano control = 0,22).

luación del comportamiento o nivel de resistencia frente al PPV de las variedades ensayadas, se realizó mediante la observación de síntomas en hoja en cada ciclo de estudio dos meses después de la salida de la cámara fría, utilizando una escala entre 0 (ausencia de síntomas) y 5 (máxima intensidad de síntomas). Para verificar la presencia o ausencia del virus, se aplicó la prueba ELISA-DASI con anticuerpos monoclonales 5B-IVIA específicos de PPV, realizando lecturas de Densidad Óptica (DO) a 405 nm a los 60' (CAMBRA *et al.*, 1994).

De acuerdo con el criterio descrito por AUDERGON *et al.* (1994), las plantas que manifestaron síntomas se consideraron susceptibles, las que no mostraron síntomas pero dieron ELISA+ fueron consideradas tolerantes, mientras que las que no mostraron síntomas ni dieron ELISA+ fueron consideradas resistentes.

Evaluación *in vitro* del nivel de resistencia

En el método de evaluación *in vitro* ensayado se utilizaron como micropatrones plantas procedentes de semillas de 'GF305' germinadas *in vitro* mediante estratificación a 7°C en tubos de ensayo durante 10 semanas, y posterior cultivo durante 4 semanas en cámara a 22°C y un fotoperíodo de 16 horas. Como fuente de inóculo se introdujeron tallos enfermos de 'GF305' que mostraban claros síntomas de la enfermedad y fueron brotados *in vitro*. Cuando los 'GF305' usados como micropatrones tenían una altura de 3 cm y un grosor de 2-3 mm, fueron inoculados mediante microinjerto con una yema recién brotada procedente de tallos previamente introducidos como fuente de inóculo y brotados *in vitro*. Dos semanas después de la inoculación, estos micropatrones inoculados fueron microinjertados

Cuadro 2. Comportamiento *in vitro* de las variedades de albaricoquero estudiadas frente al PPV

Table 2. *In vitro* behaviour of studied apricot cultivars to PPV

Variedad	Plantas ensayadas	Plantas evaluadas (a)	Síntomas (b)	ELISA (c)
'SEO'*	10	5	0 (0)	0 (0,19)
'Goldrich'	10	6	0 (0)	0 (0,25)
'Real Fino'	10	4	2 (1,0)	4 (0,68)
'Harcot'	10	6	0 (0)	2 (0,60)

(*) Stark Early Orange.

(a) Plantas en las cuales la inoculación fue efectiva, la fuente de inóculo microinjetada dio ELISA+ y se produjo el desarrollo de las yemas de albaricoquero microinjetadas.

(b) Número de plantas con síntomas (intensidad media de estos síntomas, utilizando una escala de 0 –ausencia de síntomas– a 5 –máxima intensidad–).

(c) Número de plantas ELISA+ (Densidad Óptica –DO– media del ELISA a 405 nm a los 60' de las plantas enfermas. DO del albaricoquero sano control 0,24).

con una yema recién brotada de la variedad de albaricoquero a evaluar también procedente de tallos previamente introducidos y brotados *in vitro*.

Al igual que en la evaluación *in vivo*, la presencia de síntomas o ELISA+ de la yema microinjetada como fuente de inóculo fue indicativa de la eficiente inoculación, en caso contrario fue necesario repetir la inoculación. La evaluación del comportamiento frente al PPV, se realizó mediante la observación de síntomas en hoja de la variedad un mes después de ser microinjetada sobre el patrón, utilizando también una escala entre 0 (ausencia de síntomas) y 5 (máxima intensidad de síntomas). Para verificar la presencia o ausencia del virus, se aplicó la prueba ELISA-DASI (CAMBRA *et al.*, 1994), aplicando también como criterio descrito para caracterizar este comportamiento el descrito por AUDERGON *et al.* (1994).

Resultados y su discusión

Los resultados obtenidos en la evaluación de la resistencia *in vivo* e *in vitro* de las variedades estudiadas muestran una buena correlación entre ambos métodos de evaluación. En el caso de las variedades 'Stark Early Orange', 'Goldrich' y 'Real Fino' el comportamiento fue similar, mientras que 'Harcot' mostró un comportamiento diferente en los dos métodos de evaluación.

Las variedades, 'Stark Early Orange' y 'Goldrich' (figura 1) fueron clasificadas *in vivo* como resistentes al aislado ensayado, después de los 2 ciclos de estudio no mostraron síntomas ni dieron ELISA+ ninguna de las repeticiones evaluadas (cuadro 1). También se mostraron resistentes en el ensayo *in vitro* no mostrando síntomas ni dando ELISA+ ninguna de las repeticiones evaluadas (cuadro 2).

'Stark Early Orange' fue una de las primeras variedades descritas como resistentes a aislados Tipo M de PPV (SYRGIANNIDIS, 1980), y posteriormente ha sido también descrita como resistente por diferentes autores, incluso tras ser injertada sobre árboles adultos muy enfermos (KARAYIANNIS, 1989; DOSBA *et al.*, 1991; AUDERGON *et al.*, 1994; 1995; KARAYIANNIS y MAINOU, 1994). Sin embargo, recientemente, algunos autores han observado síntomas en hojas de esta variedad después de la injerta sobre árboles enfermos de sharka infectados con aislados del virus Tipo M (POLÁK *et al.*, 1995; 1997; BALAN y STOIAN, 1995).

'Goldrich' ha sido clasificada también como resistente a aislados Tipo D y M en condiciones de infección natural e invernadero por DOSBA *et al.*, (1991), KARAYIANNIS y MAINOU (1994) AUDERGON *et al.* (1995). Sin embargo, en ensayos sobre árboles enfermos también con aislados Tipo M se ha observado presencia de síntomas y ELISA+ (POLÁK *et al.*, 1995; 1997). Estos aislados Tipo M han sido descritos como más agresivos en albaricoquero que los aislados Tipo D (QUIOT *et al.*, 1995) utilizados en este ensayo.

Esta resistencia mostrada *in vivo* e *in vitro* por la variedad 'Goldrich' frente al aislado ensayado, representativo de los aislados españoles, además del buen comportamiento agronómico observado en este país por 'Goldrich' entre las variedades resistentes ensayadas, pondría de manifiesto el interés de estas variedades como fuente de resistencia para ser utilizadas en programas de mejora en España (EGEA *et al.*, 1999).

La variedad 'Real Fino' se mostró susceptible al aislado ensayado tanto en los ensayos *in vivo* como *in vitro*. Observamos que después de dos ciclos de estudio en condiciones *in vivo* (cuadro 1), y después

de la inoculación *in vitro* (cuadro 2), el 100% de las plantas evaluadas manifestaron síntomas o fueron ELISA+. Esta variedad también ha sido recientemente descrita como susceptible en ensayos realizados en condiciones controladas *in vivo* sobre patrón albaricoquero franco (MARTÍNEZ-GÓMEZ y DICENTA, 1999).

En el ensayo en condiciones *in vitro*, podemos observar como en el caso de esta variedad susceptible, 2 de las repeticiones evaluadas que dieron ELISA+ no manifestaron síntomas (cuadro 2). Además, la intensidad de los síntomas manifestados por esta variedad susceptible fue mucho menor *in vitro* (1.0) (cuadro 2) que la observada en condiciones *in vivo* (2.3) (cuadro 1). Se pone así de manifiesto la dificultad de observación de los síntomas en las condiciones *in vitro*, consecuencia del característico desarrollo de las plantas en tubo de ensayo (figura 2), no debiendo confundir esta dificultad en la observación de síntomas con el concepto de tolerancia descrito por AUDERGON *et al.* (1994) como un nivel intermedio entre susceptibilidad y resistencia.

Por tanto, la prueba ELISA es imprescindible para determinar el estado de infección de los materiales en estas condiciones *in vitro*. Los resultados de Densidad Óptica obtenidos en las plantas enfermas de 'Real Fino' también fueron menores en las condiciones *in vitro* (0,68) (cuadro 2) frente a los observados *in vivo* (1,68) (cuadro 1) fruto probablemente también de las condiciones de desarrollo de las plantas en tubo de ensayo.

En cuanto a la caracterización de los síntomas observados en 'Real Fino', en el ensayo *in vivo* se apreció una distribución irregular de los síntomas en la planta, observándose clorosis nerviales y manchas cloróticas en hojas además de un rizado de las mismas, síntomas típicos descritos ante-

riormente en albaricoquero por PELET y BOVEY (1968). Los síntomas observados *in vitro*, menos intensos y más irregulares, consistieron en una clorosis nervial con un rizado muy suave de las hojas.

Finalmente, 'Harcot' se mostró resistente en el ensayo *in vivo*, ya que después de 2 ciclos de estudio ninguna de las 4 repeticiones bien inoculadas mostró síntomas ni dieron ELISA+. Por otro lado, en condiciones *in vitro*, la variedad no mostró síntomas pero sí ELISA+ en 2 de las 6 repeticiones evaluadas (cuadro 2). Estos datos del comportamiento de 'Harcot' *in vitro* indicaría una tolerancia *in vitro* al aislado Tipo D ensayado. 'Harcot' ha sido descrita como resistente frente a aislados Tipo M y D (DOSBA *et al.*, 1991; AUDERGON *et al.* 1994). Sin embargo, otros autores han observado síntomas después de varios años de estudio con aislados Tipo M y D (KARAYIANNIS, 1989; AUDERGON *et al.*, 1995; POLÁK *et al.*, 1995; 1997). Estos últimos datos pondrían de manifiesto la susceptibilidad de esta variedad a los aislados Tipo D manifestada en nuestros ensayos en condiciones *in vitro*.

Podemos concluir indicando que la evaluación en condiciones *in vitro* presenta la gran ventaja de una respuesta mucho más rápida de los materiales evaluados, si bien, los resultados observados en la manifestación de síntomas y la DO del ELISA en estas condiciones son peores que los resultados obtenidos *in vivo*. La evaluación *in vitro* de la resistencia, pues, puede ser un complemento a la tradicional evaluación *in vivo* ya que supone un ahorro de espacio y acortamiento del proceso de evaluación. La evaluación *in vitro* sería utilizable en los programas de mejora del albaricoquero como primera etapa, aunque siendo necesario posteriormente contrastar los resultados obtenidos con los de la evaluación tradicional *in vivo*.

Bibliografía

- AUDERGON J.M., MORVAN G., 1990. A rapid method for assessing the sensivity of apricot to Plum Pox Virus. 2ème Rencontres de Virologie Vegetale. Aussois (France), January 1989, 13.
- AUDERGON J.M., DOSBA F., KARAYIANNIS I., DICENTA F., 1994. Amélioration de l'abricotier pour la résistance à la sharka. Bulletin EPPO, 24 (3), 741-748.
- AUDERGON J.M., GARCÍA J.E., KARAYIANNIS I., MONASTRA F., JORGE O., 1995. Amélioration varietale qualitative et sanitaire de l'abricotier espece fruitière non excedentaire pour la diversification cultural des zones mediterraneénnes en cultures sèches et irriguées. Final Rapport of European Project CT 90 0016.
- ASENSIO M., 1996. El virus de la sharka (plum pox virus): Caracterización, diagnostico y detección mediante anticuerpos monoclonales específicos. Tesis Doctoral. Universidad Valencia.
- BALAN V., STOIAN E., 1995. Susceptibility of certain apricot-tree to the plum pox virus pathogenic action. Acta Horticulturae, 384, 565-569.
- CAMBRA M., ASENSIO M., GORRIS M.T., CAMARASA E., GARCÍA J.A., MOYA J.J., LÓPEZ-ABELLA D., VELA C., SANZ A., 1994. Detection of Plum pox virus using monoclonal antibodies to structural y non-structural proteins. Bulletin EPPO, 24 (3), 569-578.
- DICENTA F., PÉREZ-CAMPOY P., MARTÍNEZ-GÓMEZ P., GARCÍA BRUPTON J., BOTELLA M.A., 1999. Natural spread of sharka disease in fruit tree orchards in Murcia (Spain). Acta Horticulturae, 488 (2), 769-773.
- DOSBA F., DENISE F., MAISON P., MASSONIE G., AUDERGON J.M., 1991. Plum Pox Virus resistance of apricot. Acta Horticulturae, 293, 569-579.
- EGEA J., BURGOS L., MARTÍNEZ-GÓMEZ P., DICENTA F., 1999. Apricot breeding for sharka resistance at the CEBAS-CSIC. Murcia (Spain). Acta Horticulturae, 488 (1), 153-157.
- GABOVA R., 1994. Evaluation of peach and nectarine cultivars in Bulgaria for their resistance to plum pox potyvirus. Bulletin EPPO, 24 (3), 755-760.
- KARAYIANNIS I., 1989. Susceptibility of apricot cultivars to Plum pox virus in Greece. Acta Horticulturae, 235, 271-274.

- KARAYIANNIS I., MAINOU A., 1994. Resistance to plum pox virus in apricots. *Bulletin EPPO*, 24 (3), 761-766.
- MARTÍNEZ-GÓMEZ P., DICENTA F., 1998. Evaluación de la resistencia al virus de la sharka (Plum pox potyvirus) en albaricoquero. *ITEA*, 94 (2), 76-88.
- MARTÍNEZ-GÓMEZ P., DICENTA F., 1999. Susceptibility of Spanish apricot cultivars to sharka (plum pox potyvirus). *Phytopathologia Mediterranea*, 38, 122-125.
- NÉMETH M., 1994. History and importance of plum pox in stone-fruit production. *Bulletin EPPO*, 24 (3), 525-537.
- PELEI F., BOVEY R., 1968. Les symptômes de la Sharka sur les pruniers, pruneautiers, abricotiers et pêches. *Agriculture Romande*, 7, 80-84.
- POLÁK J., CHOD J., OUKROPEC I., KRŠKA B., PÍVALOVÁ J., JANŠTA Z., 1995. Virological programme in breeding of apricots for resistance to Plum pox virus in the Czech Republic. *Acta Horticulturae*, 384, 581-584.
- POLÁK J., OUKROPEC I., KOMINEK P., KRŠKA B., BITTŮOVÁ M., 1997. Detection and evaluation of resistance of apricots and peach to plum pox virus. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 104, 466-473.
- QUIOT J.B., LABONNE G., BOEGLIN M., ADAMOLLE C., RENAUD L.Y., CANDRESSE T., 1995. Behaviour of two isolates of Plum pox virus inoculated on peach and apricot trees. First results. *Acta Horticulturae*, 386, 290-294.
- SYRGIANNIDIS G., 1980. Selection of two apricot varieties resistant to sharka virus. *Acta Phytopathologica Scientiarum Hungaricae*, 15, 85-87.

(Aceptado para publicación el 30 de octubre de 2000)

CARACTERIZACIÓN DE LA DEFICIENCIA DE CALCIO EN PLANTAS DE TOMATE UTILIZANDO PARÁMETROS FISIOLÓGICOS

M.A. Sanz, A. Blanco, E. Monge, J. Val

Estación Experimental de Aula Dei (CSIC),
Apdo. 202, 50080 Zaragoza, España
e-mail: jval@eead.csic.es

RESUMEN

El análisis de pigmentos fotosintéticos reveló que su concentración no se modifica significativamente en función de la deficiencia de calcio, pero sí según la edad fisiológica de las hojas. De las relaciones clorofila *a/b* y *Carotenoides/Clorofila* total se deduce que no existen variaciones significativas en la estequiometría de los pigmentos en función de la concentración de calcio utilizada para el cultivo o de la edad fisiológica, excepto en el caso de las hojas jóvenes de plantas deficientes.

Por medio de la fluorescencia de clorofila se ha podido deducir que la eficacia potencial del fotosistema II de las plantas deficientes en calcio es menor conforme disminuye la concentración de calcio en la solución nutritiva. Este ligero descenso sólo puede detectarse entre las plantas control y las más deficientes. Sin embargo, este descenso de la eficiencia intrínseca del fotosistema II no es concomitante ni con el de calcio foliar, ni con el de clorofilas.

Palabras clave: Carotenoides, Clorofila, Fluorescencia de clorofila, *Lycopersicon esculentum* Mill, Nutrición vegetal.

SUMMARY

CHARACTERIZATION OF CALCIUM DEFICIENCY IN TOMATO PLANTS BY USING PHYSIOLOGICAL PARAMETERS

The analysis of photosynthetic pigments showed that their concentrations were significantly modified according to the physiological age of the leaves, but not by calcium deficiency. The values of the ratios chlorophyll *a/b* and *Carotenoids/Total Chlorophyll* indicated that the pigments stoichiometry, except for the youngest leaves from calcium deficient plants: do not vary as a function of calcium treatment or leaf physiological age.

By means of chlorophyll fluorescence, it has been deduced that the potential efficiency of photosystem II in calcium deficient plants was lower as calcium concentration in the nutritive solution decreases. This slight decrease can only be detected between control and severely deficient plants. However, this inhibition of the intrinsic efficiency of photosystem II is not concomitant either with the decrease of calcium in the leaves or with the diminution of chlorophylls.

Key words: Carotenoids, Chlorophyll, Chlorophyll fluorescence, *Lycopersicon esculentum* Mill, Plant nutrition.

Introducción

El calcio tiene un papel importante en el metabolismo vegetal. Su presencia es esencial para el crecimiento en densidad y longitud de los pelos radiculares, los cuales son de vital importancia para la absorción de nutrientes (JAUNIN y HOFER, 1988). Además, el calcio forma parte de las estructuras celulares como estabilizador de la pared celular y de la membrana plasmática. Es necesario en los procesos de división y elongación celulares, en la polimerización de proteínas, y como regulador enzimático. Un buen número de evidencias demuestran que el calcio actúa como transductor de señales (ROBERTS y HARMON, 1992), tanto en la expresión de genes específicos, como en la síntesis de nuevas proteínas (FUNKHOUSER *et al.*, 1993). En este sentido, el papel del calcio en las células vegetales está adquiriendo gran relevancia puesto que es el único elemento conocido que actúa como mensajero en los tejidos vegetales. Durante los últimos años, se han descubierto cambios en las rutas de proteínas, como calmodulina y similares, a causa de señales externas y se han caracterizado, a escala bioquímica y molecular, canales de Ca^{2+} y quinasas dependientes de Ca^{2+} . Estos estudios han permitido la elucidación de las acciones clave de Ca^{2+} que cubren desde el control del transporte iónico hasta la expresión génica de proteínas. El desarrollo del sistema homeostático de Ca^{2+} es antiguo en términos evolutivos y probablemente refleja una necesidad biológica para mantener baja la concentración de este elemento en un entorno citosólico rico en fosfato (GILROY *et al.*, 1993). Sin embargo, este homeostato es un sistema complejo capaz de regular la función celular a través de fluctuaciones controladas por Ca^{2+} en el interior de la célula vegetal (POOVAIAH, 1993). Ciertos

estímulos externos son capaces de inducir cambios en la concentración celular de Ca^{2+} , modificando las propiedades espaciales y temporales de la célula vegetal. La regulación localizada de Ca^{2+} , junto con las modificaciones sobre la actividad de otros intermediarios celulares, puede explicar las amplias y específicas respuestas moleculares promovidas por cambios sutiles en la concentración de Ca^{2+} (BUSH, 1995).

La deficiencia de calcio modifica el proceso fotosintético disminuyendo la eficacia de la carboxilación, y, por tanto, de la capacidad fotosintética global, lo que provoca reducciones en la producción de biomasa de las plantas afectadas (ATKINSON *et al.*, 1989). El fotosistema II (PSII) es un complejo de varias subunidades (pigmentos y proteínas) que está embebido en la membrana tilacoidal de plantas superiores, algas y cianobacterias que usa la energía solar para catalizar una serie de reacciones de transferencia de electrones dando como resultado la división del agua en oxígeno molecular, protones y electrones (HANKAMER *et al.*, 1997). Por tanto, la función del PS II consiste en oxidar el agua y reducir la plastoquinona (PQ) y, además, el PS II genera un gradiente de pH a través de la membrana tilacoidal produciendo y consumiendo protones en lados opuestos de la membrana. El Ca^{2+} , al formar parte del complejo de oxidación del agua del PS II, es fundamental para el normal funcionamiento de los centros de reacción y, por lo tanto, para que el rendimiento de desprendimiento de oxígeno sea alto (GHANOTAKIS y YOCUM, 1990). Algunos estudios sugieren que la proteína de 33 kDa del PS II puede estar involucrada en la unión de manganeso y calcio al sitio activo de este fotosistema. En este sentido, mutantes carentes de la proteína de 33 kDa no pueden crecer a bajas concentraciones de calcio (PHILBRICK *et al.*, 1991) y esto, unido

a la observación de que la secuencia de aminoácidos de esta proteína contiene dominios que unen calcio (COLEMAN y GOVINDJEE, 1987; WALES *et al.*, 1989) y que, tras la separación por electroforesis, la proteína de 33 kDa puede unir ^{45}Ca (WEBBER y GRAY, 1989), ha conducido a la hipótesis de que la proteína extrínseca de 33 kDa estabiliza el complejo de Mn, Ca^{2+} y Cl^- del centro activo del fotosistema II (HANKAMER *et al.*, 1997).

Algunos autores (RAMALHO *et al.*, 1995) encuentran, en tejido foliar, buenas correlaciones entre la concentración de Ca^{2+} y algunos parámetros fotosintéticos como la clorofila y la eficiencia del PS II medida por el parámetro de fluorescencia F_v/F_m . Las hojas cuando reciben más energía de la que pueden usar en el proceso fotosintético, forman un gradiente protónico intratilacoidal que excede las necesidades de uso de la síntesis de ATP (KRAUSE y WEIS, 1991). En estas circunstancias se observa un descenso en la producción de oxígeno acompañado de la liberación de iones Ca^{2+} (KRIEGER y WEIS, 1993). Estos autores postulan que esta liberación de Ca^{2+} está ligada a la formación de zeaxantina para disminuir la captación de luz por la antena del fotosistema II y controlar el flujo de electrones a través del mismo (KRIEGER y WEIS, 1993).

Las alteraciones fisiológicas asociadas con la nutrición cálcica son factores importantes para los cultivos que causan cuantiosas pérdidas económicas a los productores de frutas y hortalizas. De hecho, al aumentar la concentración de calcio en tejidos vegetales disminuye la incidencia de las patologías y, por tanto, mejora la calidad del producto. En el presente trabajo se estudian algunos aspectos fisiológicos de las plantas de tomate sometidas a deficiencia inducida de calcio con el fin de recoger información que permita incrementar el suministro de

calcio a los órganos destinados al consumo. Para ello, se estudian el comportamiento de los pigmentos fotosintéticos y parámetros de fluorescencia en función de la edad fisiológica de las hojas, el tiempo de exposición a las condiciones de deficiencia de calcio y la concentración foliar de Ca^{2+} .

Material y métodos

El estudio sobre deficiencia de calcio en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Tres Cantos) se realizó mediante cultivo hidropónico (solución nutritiva $1/2$ de Hoagland), en una cámara climatizada situada en la Estación Experimental de Aula Dei (Zaragoza), bajo condiciones controladas de temperatura ($21 \pm 1^\circ\text{C}$), humedad relativa ($80 \pm 5\%$), radiación fotosintéticamente activa $242 \mu\text{moles de fotones m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, fotoperíodo de 16 horas y aireación forzada. La solución nutritiva se renovaba semanalmente para evitar el agotamiento de los nutrientes. Se realizaron 5 repeticiones de los experimentos entre el 24 de junio de 1998 y el 22 de abril de 1999.

El proceso de desarrollo de las plantas puede encontrarse descrito en detalle en un artículo precedente (SANZ *et al.*, 2000).

Cada uno de los experimentos se realizó en tres cubos de 20 litros conteniendo cada uno dos plantas. La única diferencia entre ellos era la concentración inicial de calcio en la solución nutritiva: un grupo de plantas, que actuaron como Control (Tratamiento 1), se cultivó en solución hidropónica estándar ($2,5 \text{ mM Ca}^{2+}$), otro creció en solución de $125 \mu\text{M Ca}^{2+}$ (Tratamiento 2), y un tercer grupo en $62,5 \mu\text{M Ca}^{2+}$ (Tratamiento 3). Al final del ciclo de cultivo, cada una de las plantas de los Tratamientos 1 y 2 se dividió

en tres partes, mientras que las del Tratamiento 3 solamente en dos debido a que su crecimiento fue notablemente menor. De esta forma se diferenciaron las hojas en: viejas, adultas y jóvenes o en pleno desarrollo (las hojas jóvenes sólo llegan a desarrollarse en los Tratamientos 1 y 2).

Fluorescencia de clorofila medida con PEA (Plant Efficiency Analyzer)

Transcurridos uno o dos días desde el inicio de los tratamientos, se procedió a determinar, *in situ*, los parámetros de fluorescencia de clorofila mediante el "Plant Efficiency Analyser" (PEA, Hansatech, Reino Unido). Estas medidas se realizaron cada 2-3 días durante un periodo de tiempo de unos 35 días.

Previamente a la medida se colocaron unas pinzas especiales, que permiten la adaptación a la oscuridad (20 minutos) de la zona de medida de la hoja, para obtener el máximo grado de oxidación de la quinona A (Q_A). Posteriormente, se hizo incidir la luz y se calcularon los parámetros de fluorescencia (F_0 , F_m y F_v/F_m).

Análisis de pigmentos fotosintéticos

Con una parte alícuota de las muestras de hojas se procedió a la extracción de pigmentos fotosintéticos para su posterior cuantificación por HPLC.

Extracción de pigmentos

El procedimiento de extracción consiste en la homogeneización en mortero de discos de hoja de superficie conocida. En nuestro

caso, para cada muestra, se homogeneizaron 5 discos de 0,33 cm² cada uno (aproximadamente 7,4 mg/disco) con 10 mL de acetona 100% como agente extractante, en presencia de una pequeña cantidad de ascorbato sódico para prevenir la formación de feofitinas. La suspensión resultante se filtró a través de un sistema Millipore, con una membrana Durapore de 0,22 µm utilizando presión. Los extractos se guardaron en recipientes de vidrio bien cerrados, forrados con papel de aluminio, y en frío (a -20°C) hasta el momento de su análisis.

Separación y cuantificación de pigmentos por HPLC

El sistema cromatográfico modular utilizado consta en una bomba *Waters* (Mod. M-51), inyector *Rheodyne 7010* con loop de 20 µL (Cotati), columna de compresión radial C_{18} (8 x 10 cm) de fase reversa *Nova-Pack* (*Waters*) de 4 µm de diámetro de partícula, un detector visible/ultravioleta *Shimadzu* (SPD-6AV) y un sistema de registro/integración informatizado *PC-Integration Pack ver. 3.00, Softtron* (Kontron). El método utilizado fue el descrito por VAL *et al.* (1994) y consiste en 2 etapas isocráticas en las que las fases móviles son: (i) 1,75% metanol, 1,75% diclorometano y 96,5% acetonitrilo, y (ii) 50% acetonitrilo, y 50% acetato de etilo, con un flujo de 2 mL·min⁻¹. Los pigmentos fueron detectados a 440 nm. La cuantificación de pigmentos se llevó a cabo según VAL *et al.* (1986).

Análisis de calcio en hoja

Con una alícuota de las muestras recolectadas, se procedió a su lavado y posterior secado en estufa de aire a 60°C durante una

semana. Se tomaron unas 40 hojas por tratamiento con vistas a la obtención de al menos 1-1,5 g de materia seca. Se calcinó 1g de hojas en mufla a 600°C durante 24 h, y las cenizas se disolvieron en ácido nítrico (1:1). La solución obtenida se evaporó hasta sequedad total y el residuo se introdujo de nuevo en la mufla durante 1 hora a 600°C. Las cenizas se disolvieron calentando con HCl diluido.

Los análisis se realizaron por absorción atómica siguiendo los métodos propuestos por PINTA *et al.* (1973) expresando los resultados en porcentaje de materia seca.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente, por separado, para cada edad fisiológica de hoja, y para cada tratamiento aplicado. Cuando los análisis de varianza, mostraron diferencias significativas para un nivel de confianza del 95%, se aplicó el test de Duncan para la separación de medias.

Resultados y discusión

Los análisis de pigmentos fotosintéticos mostraron un hecho singular: en todos los casos se observa la ausencia de anteraxantina y zeaxantina, independientemente del tratamiento al que se sometieron las plantas y de la edad fisiológica de las hojas. Sólo en el caso de las hojas jóvenes del Tratamiento 2, tampoco aparece violaxantina (cuadro 2). Este hecho es interesante si se tiene en cuenta que el calcio forma parte de una de las proteínas extrínsecas del fotosistema II (HANKAMIER *et al.*, 1997) y que el desprendimiento de Ca^{2+} de este complejo provoca la inactivación de este fotosistema y la formación de zeaxantina (KRAUSE y WEIS, 1991). De hecho, la exposición de las plantas a una radiación superior a la que puede ser usada en el proceso de la fotosíntesis induce cambios en el ciclo de las xantofilas, caracterizados por la conversión de violaxantina en

Cuadro 1. Concentración de violaxantina ($\mu\text{g cm}^{-2}$) en hojas de tomate de distinta edad fisiológica, en función del medio de cultivo

Table 1. Concentration of violaxanthin ($\mu\text{g cm}^{-2}$) in tomato leaves as a function of their physiological age and plant growth media

Edad hojas Tratamiento	Violaxantina		
	Viejas	Adultas	Jóvenes
1 (Control)	0,795aA	1,025aA	1,225aA
2 (125 $\mu\text{M Ca}^{2+}$)	1,035aA	0,730aA	0,000bB
3 (62,5 $\mu\text{M Ca}^{2+}$)	0,970aA	1,010aA	—

Los valores en la misma columna seguidos de la misma letra en minúsculas, y los de la misma fila seguidos de la misma letra en mayúsculas no son significativamente distintos a $p \leq 0,05$ según la prueba de separación de medias de Duncan.

Values within the same column followed by the same letter in lower case, and in the same row followed by the same capital letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test at $p \leq 0,05$.

anteraxantina y posteriormente en zeaxantina, mediante una serie de desepoxidaciones inducidas por la luz. Se han encontrado buenas correlaciones entre el contenido de zeaxantina y la disipación del exceso de energía mediante mecanismos no fotoquímicos que protegen a los centros de reacción del PSII de una excitación dañina (DEMMIG-ADAMS y ADAMS, 1992; GILMORE, 1997). Por tanto, en las condiciones utilizadas en este trabajo, puede afirmarse que la falta de producción de zeaxantina por parte de las plantas sometidas a deficiencia de calcio, indica la escasa repercusión de esta deficiencia a escala fotosintética en las hojas adultas y viejas. Sin embargo, la falta de formación de violaxantina en las hojas jóvenes deficientes, indica la ausencia del mecanismo protector del ciclo VAZ en este material, que resulta ser muy fotolábil, con alta tendencia a necrosarse.

En otros casos de deficiencias nutricionales, como las de hierro y manganeso, se reduce la actividad fotosintética de las plantas debido a alteraciones del aparato fotosintético. La deficiencia de hierro produce una disminución en el número de lamelas por cloroplasto (SPILLER y TERRY, 1980); que está asociada con una disminución en todos los componentes de la membrana, incluyendo los transportadores de electrones de la cadena fotosintética (TERRY, 1980) y los pigmentos captadores de luz. Así, diferentes autores (SHETTY y MILLER, 1966; TERRY, 1980; PÉREZ *et al.*, 1995) han encontrado que en condiciones de deficiencia de hierro se observa una disminución en la relación *Clorofila/Carotenoides* debido a un incremento relativo de la concentración de xantofilas frente a la de clorofilas y b-caroteno. La deficiencia de manganeso afecta el rendimiento fotosintético de las plantas, especialmente en hojas jóvenes, ya que impide el primer paso de la cadena

transportadora de electrones (VAL *et al.*, 1997). La de la clorosis asociada a la deficiencia de Mn es el resultado de una disminución en la concentración de ambas clorofilas (NEENA *et al.*, 1999).

El Ca^{2+} juega un importante papel en el metabolismo vegetal y en particular en el proceso fotosintético. En este contexto, se ha sugerido que el Ca^{2+} tiene una doble función: por una parte, como ión ligado al fotosistema II, está relacionado con la lisis del agua, y por otra, tiene un papel estructural en el ensamblaje de la antena periférica (KATOH y HAN, 1993). En plantas superiores, los complejos captadores de luz contienen clorofila *a* (Chl *a*), clorofila *b* (Chl *b*) y carotenoides, mientras que los centros de reacción sólo contienen clorofila *a* y β -caroteno por lo tanto las variaciones en el valor de las relaciones clorofila *a/b* pueden utilizarse para estimar los cambios de estequiometría en el aparato fotosintético (THOMPSON, 1987). Por otra parte, variaciones en el valor de la relación *Carotenoides/Clorofilas* indicarían la alteración de las relaciones entre pigmentos dentro de la antena (MONGE *et al.*, 1985). Como puede observarse en el cuadro 2, la composición pigmentaria de las plantas de tomate deficientes en calcio solamente se ha visto significativamente alterada en las hojas más jóvenes del Tratamiento 2. En ellas se produce una notable disminución de la cantidad de carotenoides y de clorofilas, pero principalmente descende la concentración de carotenoides, incluyendo la violaxantina (cuadro 1), hasta su práctica desaparición. Esto induce la falta de brillo de este tipo de hojas debido a un valor muy bajo de la relación *Carotenoides/Clorofila*. También se podría deducir que no se producen cambios significativos en la estequiometría de los pigmentos fotosintéticos en las hojas viejas y adultas de las plantas deficientes en calcio.

Cuadro 2. Concentración de pigmentos fotosintéticos ($\mu\text{g cm}^{-2}$) y relaciones entre ellos en hojas de tomate de distinta edad fisiológica, en función del medio de cultivo de las plantas

Table 2. Concentration of leaf photosynthetic pigments ($\mu\text{g cm}^{-2}$) and their relationships in tomato leaves as a function of their physiological age and plant growth media

Edad hojas Tratamiento	Chl total		
	Viejas	Adultas	Jóvenes
1 (Control)	30,16aA	33,50aA	27,29aA
2 (125 $\mu\text{M Ca}^{2+}$)	38,62aA	24,96aA	7,00bB
3 (62.5 $\mu\text{M Ca}^{2+}$)	29,88aA	34,27aA	–

Edad hojas Tratamiento	Carotenoides		
	Viejas	Adultas	Jóvenes
1 (Control)	7,97aA	9,99aA	9,13aA
2 (125 $\mu\text{M Ca}^{2+}$)	10,42aA	6,67aA	0,55bB
3 (62.5 $\mu\text{M Ca}^{2+}$)	9,77aA	10,51aA	–

Edad hojas Tratamiento	Chl a/b		
	Viejas	Adultas	Jóvenes
1 (Control)	2,81aA	3,04aB	3,33aB
2 (125 $\mu\text{M Ca}^{2+}$)	2,84aA	2,91aA	2,90aA
3 (62.5 $\mu\text{M Ca}^{2+}$)	3,05aA	2,88aA	–

Edad hojas Tratamiento	Carot/Chl total		
	Viejas	Adultas	Jóvenes
1 (Control)	0,27aA	0,30aAB	0,34aB
2 (125 $\mu\text{M Ca}^{2+}$)	0,27aA	0,27aA	0,08bB
3 (62.5 $\mu\text{M Ca}^{2+}$)	0,33aA	0,31aA	–

Los valores en la misma columna seguidos de la misma letra en minúsculas, y los de la misma fila seguidos de la misma letra en mayúsculas no son significativamente distintos a $p \leq 0,05$ según la prueba de separación de medias de Duncan.

Values in the same column followed by the same letter in lower case, and in the same row followed by the same capital letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

En el caso de las hojas jóvenes del Tratamiento 2, si el calcio es esencial para la estabilización de la clorofila y de la apoproteína de la antena del fotosistema II (TANAKA *et al.*, 1992), la deficiencia de este elemento podría provocar una desorganización de estas estructuras y, por lo tanto, de los pigmentos que la integran. Sin embargo, no se aprecian cambios significativos en el valor de la relación Chl *a/b* (cuadro 1), lo que indica que se mantiene la proporción entre centros de reacción y captadores de luz.

Sin embargo, si se representan las concentraciones de clorofila total y la de carotenoides totales en función de la concentración foliar de calcio, se observa que los datos correspondientes a las hojas cultivadas en deficiencia se ajustan linealmente al valor inverso de la concentración de calcio (figura 1).

En la figura 1, se observa que para pequeñas variaciones en el valor de calcio foliar se produce una respuesta de la clorofila y carotenoides muy elevada. Por lo tanto, al realizar el análisis de varianza para los tratamientos, la variabilidad en la concentración de pigmentos

es tan alta que no aparecen diferencias significativas. Sin embargo, mediante el análisis por regresión entre el calcio en hoja y la concentración de pigmentos, pueden predecirse los cambios en clorofilas y carotenoides para una concentración de calcio determinada.

El ajuste a estas curvas permite deducir que la concentración teórica máxima o asíntota de la curva sería de 45,87 $\mu\text{g cm}^{-2}$ para la clorofila total y de 13,82 $\mu\text{g cm}^{-2}$ para el sumatorio de carotenoides. En ambos casos, la concentración de calcio correspondiente a la mitad del valor máximo de la concentración de clorofilas y carotenoides sería de 0,32 y 0,35 g 100 g⁻¹ de materia seca, respectivamente. Como puede observarse estos valores son prácticamente iguales, lo que indica que el patrón de comportamiento de estos pigmentos con respecto a la concentración foliar de calcio es idéntico. Es decir, en el caso de plantas deficientes en calcio, exceptuando las hojas deficientes más jóvenes (cuadros 1 y 2) se produce una destrucción homogénea de todos los pigmentos fotosintéticos que está relacionada con la disminución de la concentración de calcio en hojas.

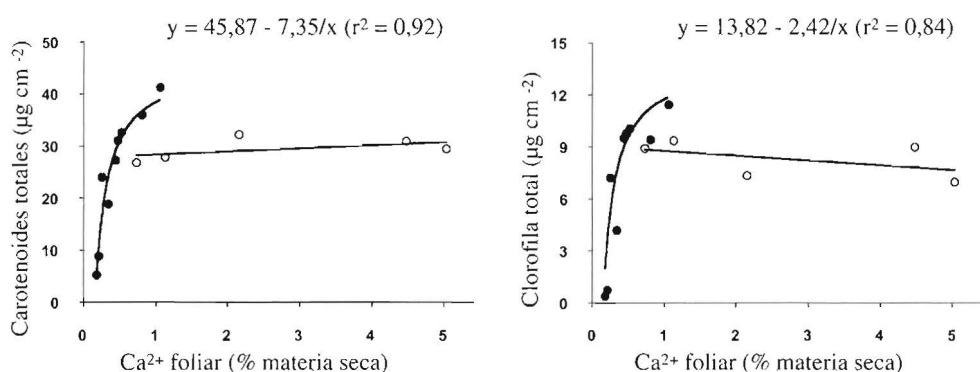


Figura 1. Concentración de clorofilas y carotenoides totales en función de la concentración foliar de calcio. Los símbolos vacíos corresponden a las plantas cultivadas en solución normal y los símbolos llenos a plantas deficientes en Ca^{2+} .

Figure 1. Concentration of total chlorophyll and carotenoids versus the leaf concentration of calcium. The open symbols belong to plants grown in normal solution and the solid symbols to calcium-deficient plants.

En el caso de las plantas cultivadas en solución completa de calcio, el comportamiento de los pigmentos es muy distinto al encontrado en plantas deficientes. Como puede observarse en la figura 1, la concentración de pigmentos foliares es prácticamente independiente de la de calcio. Este tipo de hojas puede llegar a contener incluso menos calcio que las deficientes y, sin embargo, no se aprecian disminuciones de clorofilas o carotenoides. La observación de ambos tipos de curvas (deficientes y control) permite suponer que la expresión de la deficiencia de calcio no es sólo una función dependiente de la concentración de calcio foliar, sino que la planta posee mecanismos de señales o de adaptación a este tipo de estrés que inducen una capacidad de síntesis de pigmentos mayor que la encontrada en plantas control. Estos resultados parecen estar en desacuerdo con los descritos por RAMALHO *et al.* (1995) que, básicamente encuentran, una proporcionalidad directa entre la concentración de clorofila y la de

calcio en hoja. Esta discrepancia podría atribuirse a que las plantas de café estudiadas por estos autores tenían una edad aproximada de año y medio y los tratamientos de deficiencia tuvieron una duración de 90 días. Es posible que las plantas adultas y el lapso del tratamiento indujeran una estabilización de los procesos de adaptación.

Una vez determinada la composición pigmentaria del aparato fotosintético de las plantas de tomate deficientes en calcio se procedió a verificar si se producen alteraciones en su funcionalidad. Para ello se utilizaron técnicas de fluorescencia de clorofila como herramienta útil para evaluar la capacidad fotosintética de las plantas en el estudio de deficiencias nutricionales (VAL *et al.*, 1993, 1995, 1997). En nuestro caso, se ha utilizado el parámetro F_v/F_m que proporciona una medida indirecta de la potencialidad fotosintética del fotosistema II.

En la figura 2 se muestra, como ejemplo, la evolución del parámetro F_v/F_m en plantas

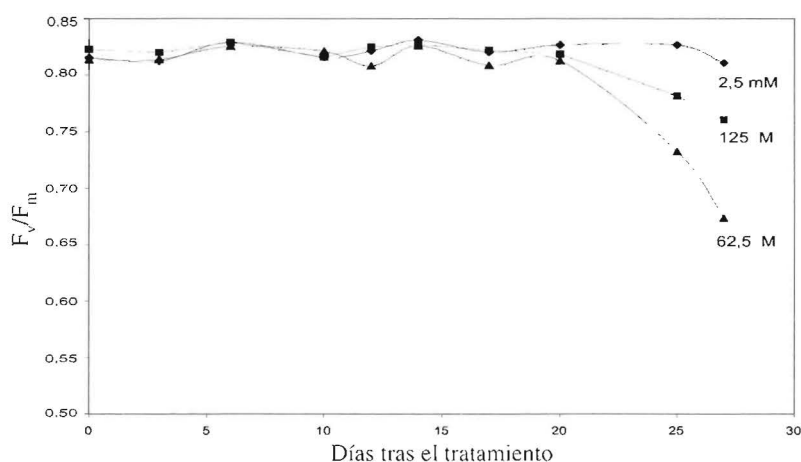


Figura 2. Evolución de la relación F_v/F_m en las plantas crecidas en tres concentraciones de calcio. En las gráficas se muestran los valores promedio de las determinaciones en 10 hojas adultas distintas por tratamiento.

Figure 2. Development of the F_v/F_m ratio in plants grown on three calcium concentrations. In this picture, the average values from 10 different adult leaves per treatment are shown.

de una de las repeticiones. No se presentan los valores promedio de varios experimentos debido a la falta de estricta coincidencia en las fechas de muestreo. Sin embargo, la tendencia de la evolución de este parámetro fue similar en todos los ciclos de cultivo. Estas determinaciones se realizaron sobre las hojas adultas de cada una de las distintas plantas crecidas en solución hidropónica.

Como puede observarse en la figura 2, apenas hay variación de F_v/F_m a lo largo del tiempo para las plantas control. Sin embargo, en el tratamiento 2, la relación F_v/F_m se mantiene constante hasta los 12 y 19 días a partir de los cuales disminuye progresivamente. También en el tratamiento 3 se observa un comportamiento similar, pero con una disminución más pronunciada alrededor del día 25.

A la vista de la figura 2, es posible concluir que la potencialidad fotosintética de las plantas deficientes en calcio está ligeramen-

te afectada y que esta disminución se agrava conforme disminuye la concentración de calcio en el medio de cultivo. Este es un dato interesante, especialmente tras haber verificado, en hojas adultas, la falta de alteración de la composición de pigmentos y la de las relaciones entre ellos. Para profundizar en esta hipótesis se construyó el cuadro 2, que recoge los valores de la concentración foliar de Ca^{2+} y los de la relación F_v/F_m en hojas adultas en el momento de la cosecha.

Las hojas adultas de los tratamientos 2 y 3, contienen una concentración foliar de calcio significativamente menor que los controles. Sin embargo, el descenso en la potencialidad fotosintética únicamente es estadísticamente distinto entre las plantas control y las del tratamiento 3. Efectivamente, se confirma que los tratamientos inductores de deficiencia de Ca^{2+} provocan descensos de la eficacia en la captura de energía de excitación por el PS II. Sin embargo, aunque se

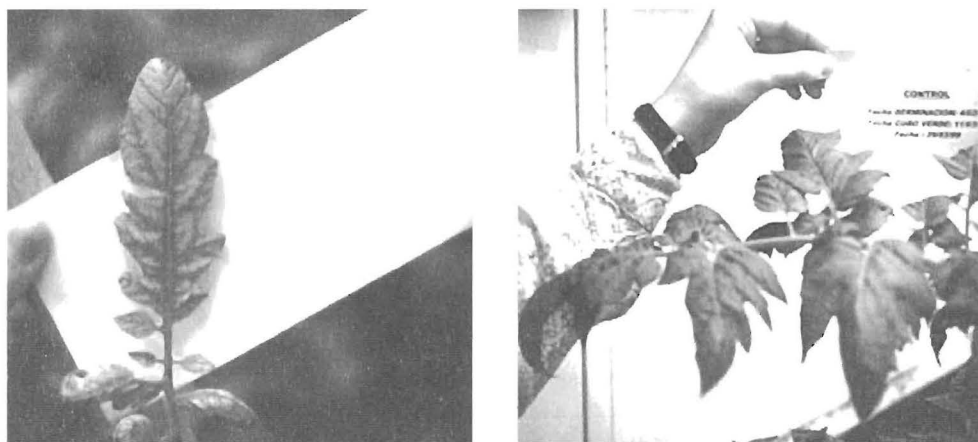


Figura 3. Efectos de la deficiencia de calcio en hojas jóvenes de tomate cultivadas en solución hidropónica con $125 \mu\text{M}$ de Ca^{+2} (fotografía izquierda). La imagen de la derecha corresponde al mismo tipo de hojas en plantas control.

Figure 3. Effects of calcium deficiency in young leaves from tomato plants cultured in hydroponics $125 \mu\text{M}$ Ca^{+2} (left plate). The image on the right corresponds to the same kind of leaves from control plants.

Cuadro 2. Concentración de calcio en hoja adulta ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ materia seca) y valor del parámetro de fluorescencia F_v/F_m , en función de la concentración de Ca^{2+} en el medio de cultivo

Table 2. Concentration of calcium in adult leaf ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ dry matter) and value of F_v/F_m fluorescence parameter, as a function of Ca^{2+} concentration in the growth medium

	Tratamiento		
	2,5 mM	125 μM	62.5 μM
Ca	$3,63 \pm 0,18$	$0,67 \pm 0,14$	$0,38 \pm 0,16$
F_v/F_m	$0,82 \pm 0,04$	$0,74 \pm 0,04$	$0,72 \pm 0,04$

Los datos son la media de 10 determinaciones $\pm$ error estándar.

The data are the average of 10 replicates $\pm$ standard error.

considere el caso más extremo (tratamiento 3), la disminución de la eficiencia potencial del PS II no es concomitante, ni con la de calcio foliar, que es solo un 9% del encontrado en los controles, ni con la de clorofilas (cuadro 1).

En resumen, podría afirmarse que ante la carencia de calcio, la planta interrumpe los procesos asociados al crecimiento (SANZ *et al.*, 2000) y trata de mantener funcionales las estructuras existentes (hojas viejas y adultas), de ahí que no se observen síntomas visuales en hojas adultas, ya que no hay disminución de pigmentos (cuadro 1) ni, apenas, de funcionalidad (cuadro 2).

Estos datos sugieren que al restringirse el crecimiento de las plantas, ya no es necesaria la producción de los fotoasimilados que se dirigen, en condiciones normales, a los sumideros de actividad fotosintética, es decir, a los órganos en crecimiento. Como hipótesis podría apuntarse que, ante la carencia de calcio, la planta interrumpe los procesos asociados al crecimiento tratando de mantener vivas el resto de las estructuras existentes, y que debido a la escasa movilidad de este elemento no desarrollan síntomas de deficiencia.

Conclusiones

1. La falta de síntesis de zeaxantina en hojas completamente desarrolladas de plantas sometidas a deficiencia de calcio indica que este estrés no incide directamente en la potencialidad máxima de su PS II. Sin embargo, la ausencia total de hojas en desarrollo, en el tratamiento que induce más deficiencia de calcio y la carencia de pigmentos del ciclo de las xantofilas en las hojas jóvenes sometidas a una deficiencia intermedia de calcio, es un exponente más de la inhibición del crecimiento debido a la deficiencia de este elemento. Esto podría deberse a la incapacidad de disipar la energía luminosa por parte de las hojas en formación.

2. Al representar la concentración de clorofilas y carotenoides totales frente a la concentración foliar de calcio, se observa que el patrón de comportamiento de estos pigmentos es distinto para las plantas cultivadas en suficiencia de calcio que para las deficientes. Esto hace suponer que la expresión de la deficiencia de calcio no es sólo una función dependiente de la concentra-

ción de calcio foliar, sino que la planta posee mecanismos de adaptación a este tipo de estrés que inducen una capacidad de síntesis de pigmentos mayor que la encontrada en plantas control.

3. La deficiencia de calcio no induce alteraciones significativas en la estequiometría pigmentaria de estructuras de antena y centros de reacción del aparato fotosintético en las hojas desarrolladas de plantas deficientes en calcio.

4. El ligero descenso en la eficiencia del PS II (F_v/F_m) de las plantas de tomate deficientes en calcio, se agudiza conforme disminuye la concentración de calcio en el medio de cultivo.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado al amparo de los Proyectos de Investigación: CONSI+DGA (P-88/96) y AGF97-1219.

Bibliografía

- ATKINSON C.J., MANSFIELD T.A., KEAN A.M., DAVIES W.J., 1989, Control of stomatal aperture by calcium in isolated epidermal tissue and whole leaves of *Commelina communis* L., *New Phytol.*, 111: 9-17.
- BUSH D.S., 1995, Calcium regulation in plant cells and its role in signalling, *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 46: 95-122.
- COLEMAN W.J., GOVINDJEE, 1987, A model for the mechanism of chloride activation of oxygen evolution in Photosystem II, *Photosynth. Res.*, 13: 199-223.
- DEMMIG-ADAMS B., ADAMS W.W. III, 1992, Carotenoid composition in sun and shade leaves of plants with different life forms, *Plant Cell Environ.*, 15(4): 411-419.
- FUNKHOUSER E.A., CAIRNEY J., CHANG S., DILIP M.A., DIAS L., NEWTON R.J., ARTLIP T.S., 1993, Cellular and molecular responses to water deficit stress in woody plants, pp. 347-362, en: *Handbook of Plant and Crop Stress*, M. Pessarakli (Ed.), Marcel Dekker Inc., New York.
- GHANOTAKIS D.F., YOCUM C.F., 1990, Photosystem II and the oxygen-evolving complex, *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 41: 255-276.
- GILMORE, A.M., 1997, Mechanistic aspects of xanthophyll cycle-dependent photoprotection in higher plant chloroplasts and leaves, *Physiologia Plantarum*, 99(1): 197-209.
- GILROY S., BETHKE P.C., JONES R.L., 1993, Calcium homeostasis in plants, *J. Cell Sci.*, 106: 453-462.
- HANKAMER B., BARBER J., BOEKEMA E.J., 1997, Structure and membrane organization of photosystem II in green plants, *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 48: 641-671.
- JAUNIN F., HOFER R.M., 1988, Calcium and rhizodermal differentiation in primary maize roots, *J. Exp. Bot.*, 39: 587-593.
- KATOH S., HAN K.C., 1993, Different localization of two Ca^{2+} in spinach oxygen-evolving photosystem II membranes, Evidence for involvement of only one Ca^{2+} in oxygen evolution, *Plant Cell Physiol.*, 34: 585-593.
- KRAUSE G.H., WEIS E., 1991, Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The basics, *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 42: 313-349.
- KRIEGER A., WEIS E., 1993, The role of calcium in the pH-dependent control of photosystem II, *Photosynth. Res.*, 37: 117-130.
- MONGE E., VAL J., HERAS L., 1985, Estequiometría de pigmentos fotosintéticos en plantas superiores en relación con la deficiencia de hierro, *An. Aula Dei*, 17 (3-4): 239-251.
- NEENA K., CHATTERJEE C., SHARMA C.P., KHURANA N., 1999, Impact of manganese stress on physiology and quality of pea (*Pisum sativum*), *Indian J Agric. Sci.*, 69 (5): 332-335.
- PÉREZ C., VAL J., MONGE E., 1995, Effects of iron deficiency on photosynthetic structures in peach (*Prunus persica* [L.] Batsch) leaves, pp. 183-189, en: *Iron Nutrition in Soils and Plants*, J. Abadía (Ed.), Kluwer Acad. Publ. Dordrecht.

- PHILBRICK J.B., DINER B.A., ZILINSKAS B.A., 1991, Construction and characterization of cyanobacterial mutants lacking the manganese-stabilizing protein of Photosystem II, *J. Biol. Chem.*, 266: 13370-13376.
- PINTA M., COMITÉ INTER-INSTITUTOS (CII), 1973, Méthodes de référence pour la détermination des éléments minéraux dans les végétaux, Détermination des éléments Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, et Cu par absorption atomique, *Oléagineux*, 28: 87-93.
- POOVAIAH B.W., 1993, Biochemical and molecular aspects of calcium action, *Acta Horticulturae*, 326: 139-147.
- RAMALHO J.C., REBELO M.C., SANTOS M.E., ANTUNES M.L., NUNES M.A., 1995, Effects of calcium deficiency on *Coffea arabica*, Nutrient changes and correlation of calcium levels with some photosynthetic parameters, *Plant Soil*, 172: 87-96.
- ROBERTS D.M., HARMON A.C., 1992, Calcium-modulated proteins: targets of intracellular calcium signals in higher plants, *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 43: 375-414.
- SANZ M.A., BLANCO A., VAL J., 2000, Inhibición del crecimiento de plantas de tomate por la deficiencia inducida de calcio, *ITEA*, 96: 207-217.
- SHETTY, A.S., MILLER G.W., 1966, Influence of iron chlorosis on pigment and protein metabolism in leaves of *Nicotiana tabacum* L. *Plant Physiol.*, 41, 415-421.
- SPILLER, S., TERRY, N., 1980, Limiting factors in photosynthesis. II. Iron stress diminishes photochemical capacity by reducing the number of photosynthetic units, *Plant Physiol.*, 65, 121-125.
- TANAKA A., TANAKA Y., TSUJI H., 1992, Calcium-induced accumulation of light-harvesting chlorophyll a/b-protein complex, pp. 299-302, en: *Research in Photosynthesis*, Vol. I, N. Murata (Ed.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- TERRY N., 1980, Limiting factors in photosynthesis. I. Use of iron stress to control photochemical capacity in vivo, *Plant Physiol.*, 65, 114-120.
- THOMPSON L.K., 1987, Irradiation stress, pp. 103-116, en: *The Physiology of Plants under Stress*, M.G. Hale & D. M. Orcutt (Eds.), Wiley-Interscience, New York.
- VAL J., ABADÍA J., HERAS L., MONGE E., 1986, Higher plant photosynthetic pigment analysis. Determination of carotenoids and chlorophylls, *J. Micronutr. Anal.*, 2: 305-312.
- VAL J., PÉREZ C., MADERO P., PEQUERUL A., MONGE E., 1993, Are manganese and iron deficiencies so similar? Fluorescence, a way of study, pp. 491-496, en: *Optimization of Plant Nutrition*, M.A. Frangoso & M. van Beusichem (Eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- VAL J., MONGE E., BAKER N.R., 1994, An improved method for rapid analysis of the xanthophyll cycle pigments, *J. Chrom. Sci.*, 32: 286-289.
- VAL J., SANZ M., MONTAÑÉS L., MONGE, E., 1995, Application of chlorophyll fluorescence to study iron and manganese deficiencies in peach tree, *Acta Horticulturae*, 383: 201-209.
- VAL J., MONGE E., MONTAÑÉS L., SANZ M., 1997, Manganese deficiency in peach trees: prognosis and fruit quality, *Acta Horticulturae*, 448: 345-350.
- WALES R., NEWMAN B.J., PAPPIN D., GRAY J.C., 1989, The extrinsic 33 kDa protein of the oxygen-evolving complex of Photosystem II is a putative calcium binding protein and is encoded by a multi-gene family in pea, *Plant Mol. Biol.*, 12: 439-451.
- Webber A.N., Gray J.C., 1989, Detection of calcium binding by Photosystem II polypeptides immobilized onto nitrocellulose membranes, *Febs Lett.*, 249: 79-82.

(Aceptado para publicación el 3 de enero de 2001)

LA POSICIÓN COMPETITIVA Y LAS POSIBLES MODIFICACIONES EN LA PRODUCCIÓN DE LA UVA DE MESA EN ALICANTE

M.^a Ángeles Fernández*, M.^a Dolores de Miguel**,
Pedro Caballero***

* Dpto. de Economía I.V.I.A., España
e-mail: mafernan @ivia.es

** U.P. de Cartagena, Murcia, España
e-mail: md.miguel@upct.es

*** Dpto. de Economía I.V.I.A., Apdo. Oficial, 46113
Moncada, Valencia, España, e-mail: pcaballe@ivia.es

RESUMEN

Aunque parecen claras las ventajas de las zonas mediterráneas para la producción de uva de mesa de calidad, con nuestra integración en la U.E. y la progresiva liberación de los mercados, parece que ha disminuido la estabilidad de las exportaciones.

Para evaluar la situación se ha estudiado la competitividad, y principales factores que le afectan, tomando como referencia la comarca del Vinalopó (Alicante), frente a la posición de Italia, líder mundial en esta actividad.

A continuación se describen los efectos de la introducción de la Producción Integrada y, finalmente, se establecen una serie de conclusiones sobre las ventajas que pueden proporcionar el conjunto de modificaciones propuestas.

Palabras clave: Competitividad, Producción Integrada, Uva embolsada, Diferenciación del producto.

SUMMARY

COMPETITIVE POSITION AND POSSIBLE MODIFICATIONS IN TABLE GRAPE PRODUCTION IN ALICANTE

Although Mediterranean regions have apparent advantages for high quality production of table grape, with our integration into the E.U. and the progressive liberalisation of the markets, it seems that the stability of the exportations has diminished.

To evaluate the situation, competitiveness as well as main factors affecting it, were studied. The area of Vinolapó (Alicante), was taken as a reference and contrasted with the Italian position, world leader in this activity.

What follows describes the effect of introducing Integrated Production, and finally, are established a series of conclusions over the advantages that can provide, in its entirety, the proposed modifications.

Key words: Competitiveness, Integrated Production, Bagged Grapes, Product Differentiation.

Introducción

Aunque la uva de mesa siempre ha sido un producto para el cual el consumo manifiesta un comportamiento relativamente estable y tradicional en diferentes épocas, en los últimos años han acontecido profundos cambios que afectan a la producción y a la comercialización, y se hacen patentes a primera vista en:

- Una liberalización del comercio mundial que induce variaciones drásticas, con apertura inevitable de los mercados de la Unión Europea a las importaciones de terceros países.

- La uva de mesa tiene en Europa su actividad productiva localizada en las regiones mediterráneas, y, en consecuencia, España ha de soportar la competencia de dos países comunitarios: Italia y Grecia; sobre todo Italia presenta un nivel de competitividad que le da un claro predominio en el comercio mundial, ante el cual España debe mejorar sus condiciones de producción y comercialización, bien para avanzar de forma significativa, o al menos, mantener y defender la posición actual.

- Una modificación progresiva de las técnicas de cultivo y sobre todo, la introducción de nuevas variedades, con aumento de la calidad comercial, adaptación a las preferencias de los consumidores, y un calendario de recolección más amplio.

Ya en la actualidad, la protección aduanera del mercado de la U.E. es bastante débil y, ante este panorama mundial, es fácil prever una concurrencia y presión intensas sobre unos mercados tan maduros como los de la U.E. en los que el consumidor, cada día con más opciones en la elección del producto, amplía el campo de sus exigencias, y le afectan, cada vez más, otros aspectos, además de la calidad organoléptica.

Por otra parte, aunque se considere rápida la evolución en cuanto a la introducción de nuevas variedades y las consecuencias que este proceso conlleva, la respuesta real de la población al incremento de la demanda parece lenta.

A los aspectos técnicos y comerciales anteriores se une, actualmente, una creciente preocupación por parte de la población consumidora en todos los temas relativos a la sanidad de los productos. A su vez, en las sociedades desarrolladas, cada día existe un interés mayor en lo referente a los problemas medioambientales y aumentan las exigencias de una mejor calidad de vida y la posibilidad de disfrutar de los entornos naturales. Por lo tanto, en los próximos años, todas las actividades deberán aprender a conciliar el desarrollo tecnológico y el crecimiento económico con el respeto al medio ambiente.

Frente a una oferta muy variada, el consumidor puede incluir en su comportamiento otros componentes como seguridad sanitaria, y producción con respeto al medio ambiente y conservación del paisaje y valores patrimoniales (ROCHARD *et al.*, 2000).

Como formas de respuesta a estas inquietudes han surgido la modalidad de *Producción Ecológica*, apta para un corto segmento de consumidores muy exigentes en cuanto a las técnicas de producción de los alimentos, y sobre todo, la *Producción Integrada* (P.I.). Este modelo de agricultura se fundamenta en unos planteamientos técnicos más racionales y más cercanos a la eficiencia productiva, y puede responder plenamente a las exigencias de consumidores, respetando el medio ambiente y a la vez cubrir las expectativas económicas de los productores (DE MIGUEL, 1999).

Las condiciones de la demanda actual y la evolución de las exportaciones exigen

poner especial atención en nuestra competitividad, y una de las vías para mejorarlas es la diferenciación del producto, a lo cual puede contribuir la P.I.

Tomando como punto de partida la situación descrita planteamos como *objetivos fundamentales* del estudio:

- Un examen de las características estructurales de la producción.
- Formular una síntesis de la posición competitiva actual y posibles actuaciones.
- Analizar los principales cambios que puede inducir la introducción de la Producción Integrada.

Características estructurales de la producción de uva de mesa en Alicante

Las condiciones naturales más aptas para la producción de uva de mesa en España se localizan principalmente en las zonas mediterráneas más áridas.

Por regiones, y según datos del Anuario de Estadística Agraria de 1999 del M.A.P.A., la C. Valenciana ocupa el primer lugar, y con una producción de 243.843 t representa el 66% del total nacional. Como zonas productoras de la región sobresalen: El Vinalopó, Elche y Albatera en Alicante, y el Valle de Albaida en Valencia. El período de comercialización se extiende desde junio a enero. A continuación, Murcia, registra una producción de 81.180 t localizadas principalmente en las zonas de Alhama, Totana, Aledo y Cieza y, como tercera región productiva, Andalucía se sitúa en 35.471 t. Con estas cantidades se confirma la concentración de la uva de mesa en estas tres regiones, que comprenden el 98% de la producción española que es de 369.046 t.

En los últimos 20 años la disminución de superficie plantada de uva de mesa ha superado las 40.000 ha, lo que se ha debido al descenso en el secano y a la escasez de agua en Alicante, Murcia y Almería (MARTÍNEZ, 2000).

No obstante el efecto económico no ha sido tan acusado, por el aumento de los rendimientos y de la calidad, de tal forma que el valor de la producción más bien se ha elevado en los últimos 10 años, hasta situarse entre los 25.000 y los 30.000 millones de ptas.

Con la pérdida de la posición, tan relevante que tuvo Almería con el auge de la uva Ohanes, la cual aún figuraba al final de la década de los 80 en primer lugar en cuanto a las toneladas exportadas, la principal provincia productora de uva de mesa, cultivada en regadío, es Alicante con 10.719 ha y le sigue Murcia con 4.981 ha.

En Alicante la producción de uva de mesa se localiza principalmente en el Valle del Vinalopó, y más exactamente en la zona conocida como Vinalopó Medio, es donde se concentra mayoritariamente el cultivo. La Denominación de Origen (D.O.) “Uva de Mesa Embolsada Vinalopó” tiene su área geográfica en lo que ocupan los 7 términos municipales de Agost, Aspe, Hondón de los Frailes, Hondón de las Nieves, Monforte del Cid, Novelda y La Romana, con 9.500 ha cultivadas de las que están inscritas en la D.O. 5.114 ha.

El grado de monocultivo es elevado, de forma que, en términos económicos, la uva de mesa aporta el 72% de la producción final agraria de la comarca.

La característica que más diferencia esta zona productora de otras es el “embolsado”, que consiste en recubrir el racimo, desde un poco antes del envero hasta su recolección, con una bolsa de papel. Con esta operación

la uva aguanta más en la planta, se consigue que el racimo tenga un color más uniforme y de aspecto cereo, con un atractivo visual muy bien valorado. Otras importantes ventajas de esta técnica es la protección que ejerce frente a los daños climatológicos y de las plagas; se evita así el contacto directo de la fruta con los productos fitosanitarios, reduciéndose la cantidad de residuos finales.

Se trata de un Sistema Agrario muy definido, relacionado con su entorno y abierto a él, aunque tiene como característica principal su estabilidad y una manifiesta resistencia al cambio. Operaciones tan fundamentales como el embolsado no han sufrido apenas modificaciones en los últimos años, ya que se sigue haciendo básicamente como en la época inicial, hace ya más de 75 años. (CABALLERO *et al.*, 1996).

En cuanto a los *recursos naturales*, que condicionan la estructura productiva, presentan las siguientes características:

Los suelos son variados, aunque de forma general se puede hablar de suelos calizos, pobres en materia orgánica y con frecuencia pedregosos.

El *microclima* de la zona es especialmente indicado para esta modalidad de cultivo. La pluviometría es normalmente escasa, entre 300-350 mm, y además con distribución irregular, lo que justifica la necesidad del regadío en toda la superficie de cultivo.

El *agua* es el recurso natural más escaso y caro. Los precios pueden variar mucho según el término municipal. Mientras que en Novelda la Comunidad de Regantes cobra a 21 ptas./m³, y no existen excesivas restricciones, en Monforte del Cid cuesta a unas 37 ptas./m³ y se usa mucho agua residual mezclada (RAMOS *et al.*, 1989). En Aspe la situación es más extrema, ya que se ha llegado a pagar mas de 70 ptas./m³, y aún así,

existen muchas limitaciones, al tratarse de una zona sin posibilidades hidrológicas.

En la Comarca continúan esperando, con cierto excepticismo, la llegada del trasvase Júcar-Vinalopó, el cual traería agua desde el embalse de Cortes de Pallás en Valencia hasta Villena en Alicante. Este proyecto, aprobado por Real Decreto en 1998, tiene previstos 67,8 km de canalizaciones con un presupuesto superior a 33.000 millones de pesetas. La idea inicial parte de hace casi quinientos años. En el trasvase proyectado se pretenden llevar hasta 80 hectómetros cúbicos anuales para abastecer no sólo al Vinalopó, también a las comarcas de l'Alacantí y la Marina Baja. Este proyecto se está convirtiendo en un fuerte punto de discusión entre comarcas valencianas, y al mismo se oponen instituciones de la Comarca de la Ribera en la provincia de Valencia.

Las principales *características de las explotaciones* son: una superficie media muy baja de 1,49 ha; se trata de una agricultura familiar, donde es frecuente la ocupación total del propietario y eventual la del resto de la familia. Se observa un envejecimiento de la población agraria, la atracción que el sector industrial ejerce, sobre todo en los jóvenes, pone en juego la continuidad generacional en el cultivo. Se está perdiendo la especialización en técnicas de cultivo con destreza manual, como es el caso del injerto, y para las cuales hay que recurrir necesariamente a personas mayores.

Se acusa cada vez más la falta de mano de obra, sobre todo si es especializada, o en determinadas épocas para algunas labores. Como la intensificación prevista no parece excesiva y las labores no requieren la utilización masiva de mano de obra de forma continua, tal es el caso de los invernaderos, no se han establecido inmigrantes en la zona como mano de obra agraria.

La *tecnología* presenta un nivel aceptable, más basada en la costumbre y la experiencia que en la transferencia de innovaciones, que tienen lugar con lentitud, no sólo por la resistencia al cambio del sistema, además las adaptaciones no son fáciles por tratarse de un cultivo muy tradicional y manual.

La composición varietal, de tendencia muy conservadora y sujeta a escasas variaciones en el tiempo, se basa fundamentalmente en dos variedades principales: La Ideal (o Italia) que ocupa el 63% de la superficie plantada y la Aledo, que aunque se le dedica el 35% de la superficie, tradicionalmente es la más representativa de la zona.

La variedad Rosetti sigue valorándose muy bien, pero ha desaparecido prácticamente por la fuerte degeneración sanitaria que sufre, aunque existe la voluntad de sanearla con la idea de recuperar sus múltiples cualidades que le conferían la calidad por la que se extendió.

Se dan otras variedades minoritarias, que actualmente se van introduciendo de forma continua. En general son más tempranas, apirenas o no, y deben aún consolidarse, una vez que se disponga de suficiente experimentación y exista seguridad en los resultados económicos (JOURDAIN, 1987). En estos momentos se requiere una diversificación varietal, que reduzca los riesgos comerciales, amplíe el calendario de venta, y abarque otros segmentos del mercado. Por ejemplo se habla de la variedad Superio (apirena) y de Victoria (con pepitas), que podrían ir bien en esta zona pero aun quedan cuestiones pendientes de la experimentación.

Las *formas* de apoyo son mayoritariamente la espaldera de tres hilos (la variedad Aledo sólo usa este soporte) y el parral (que puede usarse también en la Ideal). Hoy día se están haciendo múltiples ensa-

yos, pero la tendencia es seguir usando la espaldera, quizás con una formación más alta que la actual. Los ensayos de parral en forma de "Y" parecen que facilitan los tratamientos y mejoran la relación de la masa de follaje por número de racimos.

En la *poda* no está extendido el uso de prepodadoras, seguramente por la pequeña dimensión de las parcelas. Sin embargo, el uso de atadoras para la poda en verde podía generalizarse, así como el triturar los restos de poda en campo para evitar su recogida y devolver la materia orgánica al suelo.

La operación cultural, en la que actualmente se pone más atención para perfeccionarla es el riego. El agua es el recurso que condiciona la existencia de la actividad y, además, determina la producción y la calidad de la uva.

La sobreexplotación de los acuíferos está incrementando su salinización, y una solución que puede paliar este gravísimo problema estructural es el trasvase Júcar-Vinalopó, que parece ya un tema a corto plazo, pero aún pendiente.

Con mayores disponibilidades de agua no parece probable un aumento de la superficie cultivada, pero sí crecerían los rendimientos, y por lo tanto la producción total en la zona. Otra consecuencia favorable será la implantación masiva del riego por goteo, con las ventajas que supone.

El riego tradicional es a manta, con subasta del agua, pero cada día tiene mayor importancia el riego localizado. Actualmente la superficie con goteo es de un 30%, pero con mayores disponibilidades de agua a presión, lo que facilitaría la distribución, control y manejo del agua, se podría llegar al 60% en un par de años.

Los beneficios del riego localizado son muchos: la producción de uva es mayor por-

que el régimen hídrico no se interrumpe, también aumenta la calidad del racimo que a su vez tiene más aguante, antes y después de recolectarlo; como el terreno no se encharca se facilitan los tratamientos y la recolección, y los aportes nutritivos y fitosanitarios pueden aplicarse de forma localizada y en el momento que sean necesarios (GINER, 1999).

El *embolsado* es una técnica que parece admitir pocas innovaciones, al menos en cuanto a sus posibilidades de mecanizarlo para abaratar la mano de obra. Lo que sí será conveniente es el encontrar un tipo de papel que subsane los actuales problemas (de rotura, por ejemplo) y que establezca una homologación de calidades.

Situación de la competitividad en la uva de mesa

Aunque parecen claras las ventajas del clima mediterráneo para la producción de uva de mesa de calidad, no puede esperarse todo de las condiciones naturales, que por otra parte también se pueden encontrar en numerosos países; es necesario que no surjan formas de ineficiencia originadas por una comercialización deficiente o por producir con costes unitarios elevados.

Normalmente el primer signo que marca la posición competitiva de un producto es la evolución del comercio internacional del país analizado. Con relación a España, las primeras dudas surgen de la observación a las series históricas del comercio exterior, reseñadas en los Anuarios del M.A.P.A., en las que se detecta un crecimiento continuo de las importaciones, consecuencia de la liberalización de los mercados y, aunque los niveles alcanzados son aún bajos (13.000 t), no deben dejar de preocuparnos.

En cambio las exportaciones españolas acusan una tendencia más bien con ligero decrecimiento. Las mayores cifras se alcanzaron en el periodo 1970-1976, con 124.000 a 136.000 t exportadas, pero en los últimos años tienen dificultades para sobrepasar las 100.000 t.

Los principales países competidores se encuentran en la U.E., y son Italia con 659.000 t exportadas y Grecia con 108.000 t, que ya supera a España. El segundo país en importancia del Hemisferio Norte es Estados Unidos, con 260.000 t mientras que el segundo gigante a nivel mundial es Chile, el cual alcanza las 458.000 t con una viticultura de alto nivel tecnológico (HIDALGO, 1997); a mayor distancia, y también en el Hemisferio Sur, está Sudáfrica con 101.000 t.

Para definir la competitividad de España es preciso tener en cuenta aspectos favorables e impedimentos.

Con la liberalización de los mercados se presenta, en principio, la competencia de países que no pertenecen a la U.E., entre ellos los del Hemisferio Sur, Chile y Sudáfrica que, aunque tienen calendarios de comercialización diferentes, también se dan algunas superposiciones, y además la logística actual permite la presencia de uva en todas las épocas del año, lo que resta novedad al inicio y final de la campaña española.

De todas formas, la posición competitiva española debe ser analizada, por una parte, en sí misma, con sus características estructurales y con el mercado nacional más disponible, y por otra, frente a Italia, país que presenta grandes ventajas respecto a España.

En lo que concierne a la producción nacional estudiaremos la competitividad con referencia a la comarca del Vinalopó, la más importante en los mercados exteriores.

Otras zonas de la Comunidad Valenciana producen variedades tempranas que llegan a los mercados en fechas no coincidentes con la uva del Vinalopó.

La Región de Murcia presenta una situación similar, no obstante, aunque han predominado las variedades Napoleón y Dominga, actualmente el grado de innovación es elevado, con introducción de variedades tempranas y apirenas.

Para definir la competitividad es preciso tener en cuenta aspectos favorables e impedimentos, para lo que se han tomado en consideración diversos conceptos de la obra de PORTER (1993).

Como factores más decisivos de la competitividad de este sector señalamos:

- Características estructurales de la producción: recursos naturales, dimensión empresarial, eficiencia de los procesos productivos y recursos humanos.
- Gestión comercial y de marketing, canales de distribución y características de las empresas de comercialización.
- Tecnología disponible y grado de adopción.
- Imagen del producto.

Todos los aspectos negativos en los factores señalados constituyen impedimentos que se mencionarán en el análisis.

Entre las principales deficiencias, en la estructura productiva, en la tecnología y en la comercialización, cabe señalar: En la fase de producción se parte de explotaciones y parcelas de reducida dimensión; la escasez y, con frecuencia, baja calidad en las aguas del riego; también la degeneración sanitaria en las variedades, y por último, el bajo nivel en los rendimientos.

Como consecuencia de las deficiencias estructurales y de las características del cultivo, los costes unitarios son elevados y debilitan la posición competitiva (CABALLERO *et al.*, 1992).

A continuación presentamos el cuadro 1 que comprende el resumen de los costes de producción, con información tomada mediante entrevistas a los agricultores y en la cooperativa de Novelda.

El esquema que presentamos representa el tipo de explotación más frecuente, con el cultivo de la variedad Aledo, en espaldera, con tres hilos y riego por inundación.

Con una producción de 19.000 kg/ha resulta un coste unitario de 55,6 ptas./kg.

Para niveles de precios de venta al agricultor (sin incluir costes de recolección) de 75-85 ptas./kg resulta una ganancia por kilogramo, equivalente al Margen Neto, entre 19,4 y 29,4 ptas./kg.

Con este importe se han de retribuir los Costes de Oportunidad, el Riesgo y Gestión.

El coste unitario es elevado, en parte, debido a que el rendimiento estimado es bajo, de 19.000 kg/ha pero, también, por lo caras que resultan las operaciones manuales (podas y embolsado fundamentalmente).

En el apartado 1.4. se ha incluido la totalidad de la mano de obra empleada, independientemente del origen, familiar o ajena, y valorada a precio de mercado.

La mano de obra representa el 47% de los costes variables y el 38% de los costes totales.

Si a los costes totales de producción en campo (cuadro 1), le sumamos los costes de comercialización hasta salida de almacén, para agricultores socios de cooperativas, las cifras en ptas./kg son:

Coste unitario en campo	55,6	Sólo parece posible con el riego por goteo y la mecanización.
Cortar la uva en campo	6,0	
Transporte campo-almacén	1,2	
Limpieza de racimos	30,0	
Caja-embalaje	15,0	
Coste total a la salida de almacén	107,8	
A esta cantidad hay que añadirle el transporte a los mercados y la conservación en cámara cuando sea preciso.		
La principal consecuencia de esta situación es que se ve frenado el objetivo de lograr economías de escala de forma clara.		
Ya en la etapa de la comercialización, hay una grave deficiencia, a tener en cuenta en la uva de Alicante, y se debe a que existe una gran fragmentación comercial, pudiéndose dar el caso de que numerosos productores busquen su propio canal de venta; en consecuencia se usan, innumerables envases y marcas. Esta diversidad comercial impide un claro reconocimiento del producto en los mercados, inclusive el nacional, limita los efectos positivos de la publicidad y dificulta su posible expansión.		

Cuadro 1. Costes de producción (superficie 1 hectárea)
(Uva de mesa embolsada. Variedad Aledo. Inundación. Espaldera) (Producción 19.000 kg)

1. Costes variables de los factores de producción	Pts.
1.1. Materias primas	
1.1.1. Agua de riego	104.000
1.1.2. Fertilizantes	66.000
1.1.3. Insecticidas, fungicidas, herbicidas, abono foliar	127.659
1.2. Otras materias primas (bolsas, hilo, alambres)	78.000
1.3. Costes variables maquinaria propia	68.869
1.4. Mano de obra	
1.4.1. Riegos	19.200
1.4.2. Poda verde y otras operaciones manuales complementarias	158.400
1.4.3. Aplicación fertilizantes	12.000
1.4.4. Tratamientos insecticidas, fungicidas	50.534
1.4.5. Embolsado, transportes y otras opciones manuales	157.500
Total costes variables	842.162
2. Costes fijos	
2.1. Costes fijos maquinaria propia	71.558
2.2. Amortización de la plantación	45.480
2.3. Amortización espaldera	17.400
2.4. Reposición plantas y mantenimiento instalaciones	8.327
2.5. Impuestos y seguros	71.200
Total costes fijos	213.965
3. Costes totales (1 + 2) (sin costes de oportunidad)	1.056.127

En frente tenemos la competencia italiana, fundamentada en un sistema productivo y en unas condiciones naturales muy favorables, que permiten la obtención de uva a muy bajo precio, lo que, en parte, frena la posibilidad de mejorar nuestra posición en los mercados internacionales y puede llegar a dificultar el predominio de la uva embolsada en los mercados nacionales.

Al formar parte de la U.E. Italia, líder mundial en la uva de mesa, la producción de nuestras regiones no se ha visto favorecida por la integración de España.

La posición de Italia, dentro de la fase de producción, se ve reforzada por una innovación tecnológica, apoyada en programas de investigación y experimentación muy completos, así como una comercialización bien dotada y planificada, con protección durante el transporte.

Sobresalen en la producción italiana dos variedades: la Italia y la Regina; la Italia supera el 55% de la producción y ofrece en los mercados una competencia difícil de superar por las variedades comercializadas en el mismo periodo.

En cuanto a la estructura productiva las condiciones naturales son mejores en Italia, con una pluviometría de 473 mm anuales, frente a la extrema aridez del Vinalopó, por lo que los costes del riego son menores.

El tamaño medio de las explotaciones es mayor que en Alicante, y susceptible de permitir una posibilidad mayor de obtener economías de escala.

Es difícil establecer, de forma precisa, una comparación de costes entre las zonas italianas, principalmente la de Puglia y el Vinalopó. Según información recogida, aunque el coste total por hectárea sea equivalente, es necesario señalar los siguientes aspectos:

- En primer lugar los rendimientos, en el Vinalopó entre 16.000-19.000 kg/ha; en la región de Puglia 24.000 a 27.000 kg/ha. En consecuencia los costes unitarios son en Puglia un 30% menores.

- Por otra parte en Puglia los costes incluyen el aclareo y limpieza del racimo, que en el Vinalopó pasan a la fase de comercialización.

- En la producción italiana los costes de los elementos de apoyo son mayores, a lo que se añade el empleo frecuente de mallas y cubiertas de plástico.

- En el Vinalopó, en cambio, se practica el embolsado, con la ventaja de proteger al racimo de los productos fitosanitarios, aspecto diferenciado, en el que se debe insistir y dar publicidad.

La introducción de la producción integrada (P.I.)

Ante los mercados de las áreas mundiales más desarrolladas, maduros y bien abastecidos, es preciso perfeccionar y clasificar las estrategias de comercialización, conocer los comportamientos del consumidor y cómo deben diferenciarse los productos.

La respuesta a la amplia problemática planteada, en la cual tendrán un relieve cada vez mayor los residuos de productos fitosanitarios y el medio ambiente, se apoya sobre normas que ordenan las prácticas agrarias, dentro de una legislación, que tenderá a ser extensa y de publicación frecuente.

En el caso que tratamos, la P.I. ha sido precedida por la reglamentación de la Denominación de Origen Uva de Mesa Embolsada de Vinalopó (*orden 15 de febrero de 1991 del Ministerio de Agricultura,*

Pesca y Alimentación). En este reglamento se “insta a producir mediante prácticas culturales tradicionales con el objetivo último de conseguir las mejores calidades”. En el capítulo II, de la producción, se señalan la necesidad del embolsado, las formas apoyadas en la conducción, se fija el número de plantas por hectárea, así como la poda. El resto de las prácticas serán las tradicionales, entre las que se incluyen otras verdaderamente importantes como el riego, la fertilización, manejo del suelo, y sobre todo plagas y enfermedades. Cabe señalar que el reglamento de la D.O. es poco preciso en cuanto a técnicas del cultivo.

La realidad es que, el Reglamento de Producción Integrada en Vid en el marco de la Comunidad Valenciana (*DOGV del 8 de junio de 1999, Resolución de 14 de Mayo de 1999*), tal cual deducimos de nuestro estudio, ha tenido en cuenta la normativa de la D.O., pero incluye importantes exigencias en prácticas de cultivo tan fundamentales como el tratamiento de plagas y enfermedades.

En líneas generales se puede decir que las técnicas de cultivo que se realizan se ajustan al modelo de una agricultura tradicional, muy adaptada a las condiciones climáticas y socioeconómicas de la zona, y con escasas posibilidades de intensificarse.

En este valle se produce uva de mesa por que es, el cultivo mejor adaptado a estas condiciones y ante el cual no parece existir ninguna alternativa viable. La propia evolución de la sociedad que gestiona este sistema agrario, está haciendo que se den mejoras en las técnicas de cultivo y la introducción de posibles innovaciones, pero no representan cambios profundos como para pensar en una intensificación a gran escala.

Para cumplir los criterios expuestos en el Reglamento de Producción Integrada de la Vid, de la Comunidad Valenciana en el caso

de la Uva de Mesa Embolsada de Vinalopó, es preciso la modificación de algunas técnicas de cultivo, sobre todo las relacionadas con los tratamientos fitosanitarios, debido a que el Reglamento P.I. antepone otros medios de lucha a los medios químicos. Hay que tener especial atención en el seguimiento de las plagas y enfermedades, así como en la elección de los momentos óptimos de tratamientos, niveles de intervención y limitaciones en los productos a utilizar.

Las principales modificaciones técnicas que se derivarían de la aplicación de la P.I. en la uva de mesa son:

En cuanto la *plantación de vides*, en el Reglamento de P.I., se indica que las variedades implantadas serán las reguladas por la D.O., contemplándose la posibilidad de introducción de otras nuevas, con lo que se despierta el interés en la investigación y en las mejoras genéticas realizadas a tales efectos.

Los máximos anuales de caudales en el *riego* aplicados se ajustan a lo establecido por el Reglamento de P.I., si bien se considera que es uno de los puntos a mejorar, ya que, de existir posibilidades de abastecimiento, se podrían ampliar los caudales aportados, y con ello aumentarían los rendimientos y se reducirían los costes unitarios incrementándose la eficiencia económica de las explotaciones.

Para racionalizar la *fertilización* habrá que incentivar a los productores a realizar análisis del suelo y foliares, algo que no está generalizado, para controlar los niveles de nutrientes y optimizar el abonado.

En la *poda* tiende a generalizarse el triturar los restos de poda para incorporarlos al terreno, como, además, así lo sugiere la P.I.

Se aplican *herbicidas*, que deberán ajustarse a las materias permitidas, pero lo habitual es dar labores con gradas para eliminar las malas hierbas.

Las *maquinarias* usadas son cada vez más modernas y precisas (atomizadores para tratamientos fitosanitarios, pasatiras delanteros para laboreo etc.) lo que facilita el manejo de las mismas y racionaliza su uso.

En la lucha contra *plagas y enfermedades* es donde más incide la Producción Integrada. Los criterios para la selección de productos han tenido en cuenta: toxicidad, para el aplicador y la fauna auxiliar, en especial los fitoseidos; impacto medioambiental; residuos; fitotoxicidad y eficacia. Cada vez se imponen más los fundamentos de la Producción Integrada; no debemos de olvidar que el concepto de P.I. se ha basado en lo que ha sido tradicionalmente la "Lucha Integrada". En este respecto cabe decir que:

- La plaga de mayor incidencia e importancia económica, por los daños directos o indirectos que ocasiona, es la Polilla del racimo (*Lobesia botrana*) la cual tiene entre 3 y 4 generaciones al año en la zona (COSCOLLÁ, 1997). El propio reglamento de P.I. insta a tratar si en la 2.^a y 3.^a generación se supera el 1% de racimos atacados. El abanico de materias activas permitidas es amplio y parece suficiente, puesto que comprende: Entre los recomendados el tebufenocide, y el flufenoxuron, a los que se añaden las materias empleadas en las técnicas de confusión sexual y el *Bacillus thuringiensis* para control biológico; entre las toleradas se incluyen el malation, diazinon, metil-paration, fenitroton, clorpirifos y triclorfon.

- El segundo problema fitopatológico es el oidio (*Uncinula necator*) porque suele manifestarse todos los años, y especialmente en la variedad Italia, con daños graves; se pone especial interés en evitar el hongo con tratamientos preventivos con azufre, producto totalmente aceptado en la P.I. No obstante, la utilización del azufre no va más allá de la floración por problemas de fitotoxicidad.

- En el caso de la podredumbre gris (*Botrytis cinerea*), antes del embolsado, ya el propio reglamento de P.I. recomienda tratar preventivamente. Se reconoce que en años de otoños lluviosos los daños son cuantiosos, aunque no suele ser lo más frecuente.

- Las arañas rojas y amarillas pueden tener importancia, aunque parece que la certeza de que se establecen por desequilibrios biológicos en la población de auxiliares, provocados por la aplicación incontrolada y masiva de productos químicos, puede hacer que el agricultor vea la necesidad de controlar y medir los tratamientos que realiza en la parcela. En general, los ácaros son una de las preocupaciones de la P.I. en cuanto a la selección de productos poco agresivos para los fitoseidos.

- Otras plagas que se suelen manifestar son el cotonet o melaza (*Planococcus citri*) para el cual el reglamento de P.I. sólo permite tratarlo en uva de mesa, normalmente con aceites minerales en invierno. Es una plaga con muchos depredadores conocidos, aunque con poca precisión en la zona de cultivo, debido a la gran cantidad de aplicaciones y de productos utilizados.

- Aunque en menor proporción, otras plagas que también se dan en la zona son el mosquito verde (*Empoasca flavescens*) a finales de verano y las castañetas (*Vesperus xatarti*), para las que se proponen diferentes tratamientos químicos, en concreto las castañetas se tratan al inicio de la eclosión de los huevos.

- Hay problemas que el reglamento de P.I. no contempla de forma específica, como el caso de la *Armillaria* en suelo, cuya solución, más bien dudosa, es desinfectar, algo que no se permite. Dejar sin cultivar la vid en esa parcela durante unos años sería efectivo, pero tampoco suele hacerse.

- Los *virus* pueden aparecer con frecuencia, tales como: el virus del entrenudo corto, de la madera rizada, del enrollado, etc. Las pérdidas llegan a ser de consideración en muchos casos, mientras que su control pasa, sobre todo, por asegurar la procedencia del material vegetal, que debe tener el certificado de sanidad.

Respecto a la *recolección*, el reglamento de P.I. insiste en recoger la uva en su momento óptimo de madurez, y sobre todo con los plazos de seguridad cumplidos. El Límite Máximo de Residuos (L.M.R.) obtenidos en campo suele permanecer muy por debajo del exigido por normativa. Esto se debe a la pantalla de protección que, frente a los tratamientos, tiene la bolsa durante todo el desarrollo del racimo. Además, al dejarse la bolsa hasta que la uva se confecciona en el almacén, la fruta queda protegida de roces, golpes y manoseos lo que repercute inmejorablemente en su calidad final.

En *postcosecha*, y para la *conservación* de la uva de mesa, se emplea normalmente el frío. Se usan los generadores de metabisulfito, y, aunque conservar de 10 a 20 días no parece encontrar dificultades, si la conservación ya se pretende que sea de un mes o más, se han de subir los niveles de metabisulfito, por lo que el riesgo de aumentar los residuos es mayor, además de que en el sabor se pierde calidad. Parece que la tendencia es conservar en atmósfera controlada, con tratamientos de bisulfito, pero muy vigilados.

Conclusiones

En relación con la problemática y las posibilidades que ofrece la situación actual, que incluye el desarrollo de la P.I. y la futura disponibilidad de las aguas del trasvase, se han deducido algunas conclusiones que

comprenden diferentes cambios que pueden favorecer la competitividad:

- A corto plazo parece viable la introducción de la P.I., especialmente si se tienen en cuenta la atención de las exigencias del Reglamento en la lucha contra plagas y enfermedades. La difusión de la P.I. se verá facilitada por la existencia de ATRIAS y técnicos ADV's en campo.

- Como ventajas inmediatas se prevé la reducción del número total de tratamientos fitosanitarios; en este momento pueden ser 10 ó 12 y podrían reducirse a 5 ó 6, lo que supondría un descenso acusado de los costes de producción (PÉREZ, 1999).

- Otra gran ventaja derivada de la aplicación de la P.I., unida a la posible llegada de las aguas del trasvase, sería la racionalización de el riego y de los fertilizantes, por la instalación de un sistema colectivo de riego localizado, con contador en cada parcela. Esta modificación daría lugar a un incremento apreciable de los rendimientos, con ligera reducción de los costes, lo que originaría un descenso del coste unitario; además se da por segura una mejora de la calidad comercial de la uva.

- Tanto en el aspecto técnico, como en el comercial, es preciso obtener el máximo partido de la técnica del embolsado, operación cultural que puede facilitar la publicidad de la P.I. en esta D.O. Por una parte la bolsa es una clara garantía de que los productos fitosanitarios no han caído directamente sobre la fruta, lo que influye en el bajo nivel de residuos, y, además, el retraso que se consigue en la maduración es la base para llegar con uva fresca, y no de cámara, a la campaña de Navidad, donde se da una fuerte estacionalidad en el consumo.

- La eficiencia económica del sistema mejoraría considerablemente con la ampliación del calendario, productivo y de comer-

cialización, que sería viable con la introducción de nuevas variedades, especialmente apirenas y otras de maduración precoz. Con ello disminuirían los riesgos, como consecuencia de la diversificación, y tendría una mejor distribución el empleo de la mano de obra familiar y eventual.

- Resulta imprescindible en la comercialización aumentar y homologar la calidad, concentrar el número de marcas que faciliten el reconocimiento del producto en el mercado y agregar los efectos favorables que, indudablemente, deben de resultar de la unión de la contramarca "Denominación de Origen Uva de Mesa Embolsada de Vinalopó" junto con el logotipo de "Producción Integrada". El efecto de la publicidad basada en las características productivas de la D.O. tendría una influencia favorable también en la producción temprana de uva no embolsada.

Bibliografía

- CABALLERO P., DE MIGUEL M.^oD., JULIÁ J.F., 1992. Costes y precios en hortofruticultura. 761 pp., Ed. Mundi Prensa, Madrid.
- CABALLERO P., DE MIGUEL M.^oD., BELDA A., 1996. La uva de mesa en Alicante, *Fruticultura Profesional*, N.º 76, 52-61.
- COSCOLLÀ R., 1997. La polilla del racimo de la vid, 613 pp., Ed. Generalitat Valenciana, C.A.P.A.
- DE MIGUEL M.^oD., 1999. La producción integrada. ¿realidad compleja o ficción?, *Agricultura*, n.º 800, 206-208.
- GINER J.F., 1999. Fertirrigación por goteo de la viña. *Fruticultura Profesional*, n.º 107, 92-99.
- HIDALGO L., 1997. El modelo chileno para la producción de uva de mesa de la más alta calidad. *Fruticultura Profesional*, n.º 85, 5-12.
- JOURDAIN J.M., 1987. Les raisin de table en Californie: Les variétés apyrènes, *Ctifl*, N.º 32.
- MARTÍNEZ A., 2000. Uva de mesa. 377-379. *La Horticultura Española*. (Coordinado por Nuez F. y Llácer G.), 484 pp., Ed. SECH.
- PÉREZ J.L., 1999. Producción integrada en viña. Situación actual en España, 6º Symposium Nacional de Sanidad Vegetal. 207-217, Ed. Junta de Andalucía. C.A.P.A., Sevilla.
- PORTER M.E., 1993. Estrategia competitiva, 497 pp., Ed. CECSA-MEXICO.
- RAMOS C., GÓMEZ DE BARREDA D., OLIVER J., LORENZO E., CUÑAT J.J., 1989. El riego de la uva de mesa con aguas residuales. *Agricultura y Cooperación*, N.º 4, 29-34.
- ROCHARD J., FOURNY N., PIGEAT J.P., GUILLARD M., 2000. Les paysages viticoles: Un enjeu du 21^{ème} siècle pour la filière viticole, XXV. Congrès Mondial de la Vigne et du Vin, Section III, Économie Vitivinicole, 55-62, Ed. L'OIV. Paris.

(Aceptado para publicación el 6 de marzo de 2001)

FLUORESCENCIA DE CLOROFILA *IN VIVO* EN PATRONES DE CÍTRICOS Y SUS COMBINACIONES BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS SALINO

F.J. Bleda Fernández*, R. Madrid Vicente**, A. García Lidón*, I. Mateo Bernal*, P. Gómez López*, I. Porras Castillo*

* Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (CIDA), Unidad de Citricultura, 30150 La Alberca, Murcia, España
e-mail: Ignacio. Porras@carm.es

** Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología, Facultad de Química, Universidad de Murcia, Apartado 4021, 30800 Murcia, España

RESUMEN

La cinética de inducción de fluorescencia de clorofila o efecto Kautsky, en hojas adaptadas a la oscuridad que son sometidas a una posterior irradiación de luz, fue descubierta en 1931 por Hans Kautsky. El objeto de estudio de esta investigación es demostrar la utilidad de las medidas de la cinética de inducción de fluorescencia de clorofila *in vivo* para detectar respuestas frente a la salinidad en hojas de tres patrones de cítricos sin injertar y de sus diferentes combinaciones de injertos: *Citrus macrophylla* Wester (Mc), 'mandarino Cleopatra' (Cl) y 'citrange Carrizo' (Cz) y las combinaciones: Cl/Mc, Cz/Mc, Mc/Cl, Cz/Cl, Mc/Cz, y Cl/Cz. Las plantas fueron regadas con soluciones salinas de diferente concentración: T₀ (0 mmol/L de NaCl), T₁ (25 mmol/L de NaCl) y T₂ (50 mmol/L de NaCl). Se observó una disminución de los valores del parámetro de fluorescencia medido al aumentar la concentración de NaCl en la solución nutricional.

Palabras clave: Salinidad, *C. macrophylla*, 'Citrange Carrizo', 'Mandarino Cleopatra'.

SUMMARY

CHLOROPHYLL FLUORESCENCE *IN VIVO* IN CITRUS ROOTSTOCKS AND THEIR COMBINATIONS UNDER SALT STRESS CONDITIONS

The chlorophyll fluorescence induction kinetics or Kautsky effect, in dark-adapted leaves upon a sudden irradiation, was detected in 1931 by Hans Kautsky. Measurements of chlorophyll fluorescence *in vivo* were made to responses and degrees of salt stress in leaves of three citrus rootstocks without grafting and their combinations. *Citrus macrophylla* Wester' (Mc), 'Cleopatra mandarin' (Cl) and 'Carrizo citrange' (Cz) and the combinations: Cl/Mc, Cz/Mc, Mc/Cl, Cz/Cl, Mc/Cz, and Cl/Cz. They were grown in three different sodium chloride levels in the nutrient solutions: T₀ (0 mmol/L), T₁ (25 mmol/L) and T₂, (50 mmol/L). The chlorophyll fluorescence parameter measured decreased when the sodium chloride level increased.

Key words: Salinity, *Citrus macrophylla*, 'Carrizo citrange', 'Cleopatra mandarin'.

Introducción

Las fluorescencia de clorofila es una técnica no destructiva con las plantas, de fácil manejo y respuesta rápida, que permite la realización de experiencias con un elevado número de repeticiones, lo que facilita la interpretación estadística de los resultados. A su vez, esta técnica puede suministrar información acerca de la identidad de varios pigmentos, su organización, transferencia de energía de excitación entre ellos y sobre diversas reacciones de transferencia de electrones específicas del fotosistema II (FII).

Se consideran tres períodos en la cinética de la fluorescencia emitida por la clorofila (KAUSKY y HIRSCH, 1931), pudiendo subdividir el primero en otros dos:

1. Se da inicialmente un rápido incremento de la fluorescencia hasta el nivel F_i ; alcanzando posteriormente un máximo de fluorescencia (F_m o P), puramente fotoquímico e independiente de los cambios de temperatura; no puede ser inhibido por la cianida. Dicha medida es la que se utiliza en este trabajo y se alcanza en apenas 3 segundos.

2. La fluorescencia disminuye lentamente, esta disminución está fuertemente influenciada por la temperatura y puede ser inhibida por la cianida.

3. Se alcanza un período de fluorescencia constante, llamado fase estacionaria, algunos minutos después de la irradiación, este valor se denomina T y es próximo al valor inicial F_0 (ligeramente superior).

Como decíamos, nos centramos en el primer período, cuando se alcanza el valor máximo (F_m), esto es, los valores de fluorescencia F_0 y F_m , expresando los resultados como fluorescencia variable: F_v/F_m , siendo $F_v = F_m - F_0$. La razón F_v/F_m es proporcional a la eficiencia fotoquímica máxima de las

hojas (DEMMING-ADAMS y ADAMS, 1992; BUTLER y KITAJIMA, 1975). Este parámetro es una de las variables más estudiadas por numerosos autores en una gran variedad de especies, estableciendo como valor medio 0,832 (BJÖKMAN y DEMMING, 1987).

También se pueden analizar otros indicadores o parámetros relacionados con la eficiencia fotoquímica y su variación ante cualquier situación de estrés. Las medidas de fluorescencia de clorofila pueden ser un método para la valoración de la tolerancia de las plantas a condiciones medioambientales específicas o inducidas (MOHAMMED *et al.*, 1995); su posible aplicación para valorar la tolerancia a la salinidad ha sido discutida por SMILLIE y NOTT (1982), recientemente HAKAM *et al.* (2000) han utilizado esta técnica para valorar los daños causados por el frío en rosas.

Se pretende verificar la posible utilidad de este método no destructivo de medida de salinidad en las plantas de cítricos.

Material y métodos

La investigación se realizó en un invernadero climatizado con temperaturas máximas entre 28 y 32°C y mínimas entre 10 y 12°C, humedad relativa media del 62,9% y fotoperíodo de 16 horas, situado en el Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (C.I.D.A.) en La Alberca (Murcia).

Se utilizaron tres patrones de cítricos: *Citrus macrophylla* Wester (Mc), 'mandarino Cleopatra' (Cl) y 'citrango Carrizo' (Cz), y las combinaciones entre ellos: Cl/Mc, Cz/Mc, Mc/Cl, Cz/Cl, Mc/Cz y Cl/Cz. Se aplicaron tres niveles salinos: T_0 (0 mM de NaCl), T_1 (25 mM de NaCl) y T_2 (50 mM de NaCl). Las plantas de seis meses de edad se

colocaron en contenedores de plástico de tres litros de capacidad con sustrato de arena de cuarzo en julio de 1997. El riego se realizó cada dos días, aplicando al mismo tiempo la concentración salina, la cual estaba incluida en la solución nutritiva.

Cada nivel salino, a su vez, fue aplicado a cuatro repeticiones dentro de una parcela elemental de dos plantas. Las mediciones de fluorescencia fueron realizadas en abril de 1998, al finalizar el ensayo de salinización, tomando 8 hojas por combinación.

Las medidas de fluorescencia de clorofila, fueron efectuadas en las hojas de las plantas con un monitor de inducción de fluorescencia 'FIM 1500' (Analytical Development Company Ltd.). Dicho aparato emite una radiación de luz roja para medidas *in vivo* a 650 nm, próxima a la máxima absorción de la clorofila *a* (665 nm extraída en acetona), registrándose posteriormente la fluorescencia emitida. Previamente, las plantas fueron sometidas a condiciones de oscuridad durante media hora con el objeto de desacoplar la transferencia de electrones del Fotosistema II, de esta manera una gran parte de la energía captada por la clorofila activa se emite en forma de fluorescencia. El mecanismo de emisión de fluorescencia, es debida fundamentalmente a la excitación de la clorofila del Fotosistema II (KRAUSE y WEIS, 1991; LITCHENTHALER, 1992; GOVINDJEE, 1995).

Resultados y discusión

De los resultados obtenidos, cabe destacar que en el nivel T0, el patrón 'mandarino Cleopatra' sin injertar y las dos combinaciones de 'citrange Carrizo' y *C. macrophylla* injertados sobre 'mandarino Cleopatra' die-

ron los mayores valores absolutos de fluorescencia, aunque ninguno de los mismos llega al valor medio de 0,832 establecido para una gran variedad de especies. Igualmente, al nivel T1 de salinidad los mayores valores de fluorescencia correspondieron a las combinaciones de 'mandarino Cleopatra' injertado sobre 'citrange Carrizo', 'citrange Carrizo' sin injertar y 'mandarino Cleopatra' y 'citrange Carrizo' sobre '*Citrus macrophylla*'. En el nivel T2 los mayores valores de fluorescencia se obtuvieron en las combinaciones 'mandarino Cleopatra' injertado sobre 'citrange Carrizo', y 'mandarino Cleopatra' y 'citrange Carrizo' sobre *Citrus macrophylla*, repitiéndose las combinaciones con mayor porcentaje de fluorescencia emitida en los niveles T1 y T2, con excepción del patrón 'citrange Carrizo', que ya no muestra un valor elevado de fluorescencia en el nivel T2. En los 3 patrones sin injertar se observan diferencias significativas entre los niveles T0 y T2, lo cual indica una clara disminución en la emisión de fluorescencia de clorofila, es decir, que en dichas plantas, los patrones sin injertar demuestran estar bajo un marcado estrés salino, el cual disminuye la eficiencia fotoquímica máxima de las hojas, este resultado también se encuentra en las combinaciones *Citrus macrophylla* injertado sobre 'citrange Carrizo' y 'citrange Carrizo' injertado sobre 'mandarino Cleopatra'. Luego estas dos combinaciones y los tres patrones sin injertar son las plantas más afectadas por un estrés salino, más acentuado en el patrón *macrophylla* (con un 34% de reducción), estrés moderado en 'Carrizo' injertado sobre 'Cleopatra' (25%) y menos afectadas por el estrés la combinación *macrophylla* 'Carrizo' (18%) y los patrones sin injertar 'Cleopatra' (13%) y 'Carrizo' (13%).

En la figura 1 se muestran los valores de fluorescencia de la clorofila *a* en los distin-

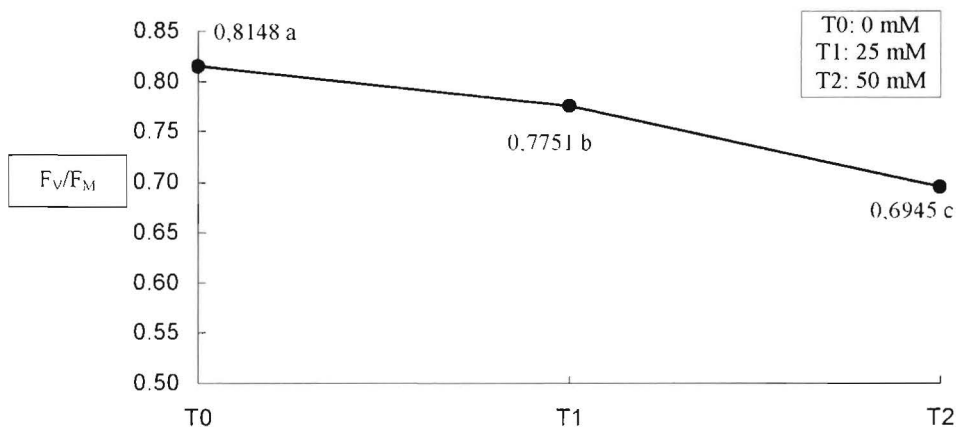


Figura 1. Medidas de la emisión de fluorescencia de clorofila a en todas las plantas (patrones sin injertar y combinaciones de injertos en los 3 niveles salinos). Test múltiple de Duncan, significativo al 95%.
Figure 1. Measurements of chlorophyll a fluorescence in all plants (rootstocks without scion and their combinations in the 3 saline levels). Duncan multiple test, significant to 95%.

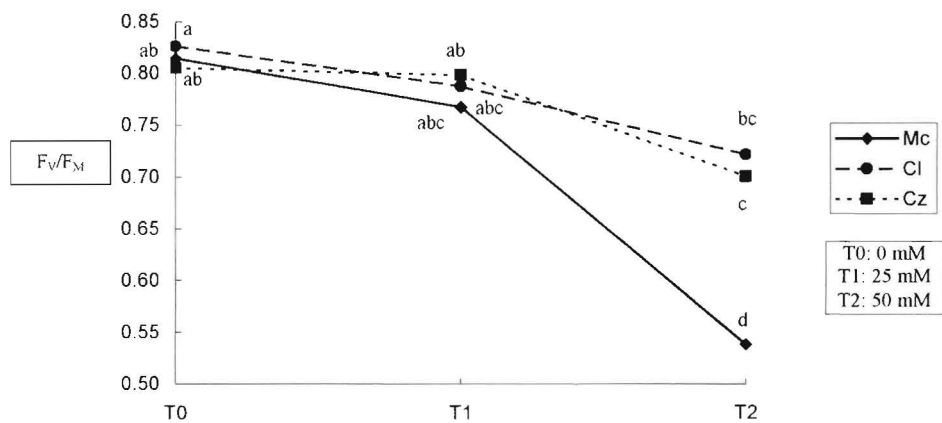


Figura 2. Medidas de la emisión de fluorescencia de clorofila a en los patrones de cítricos sin injertar en los tres niveles salinos. Test múltiple de Duncan, significativo al 95%.
Figure 2. Measurements of chlorophyll a fluorescence in citrus rootstocks without scion in the 3 saline levels. Duncan multiple test, significant to 95%.

tos niveles salinos y sin diferenciar las plantas utilizadas. A medida que aumenta la concentración salina aplicada se obtienen menores valores de fluorescencia, encontrándose diferencias significativas entre los tres niveles salinos.

Por otra parte, en la figura 2, se muestra la variación de las medidas de fluorescencia de clorofila a con la concentración de NaCl adicionada a la disolución nutritiva en los distintos patrones de cítricos sin injertar. Se observa una disminución de las medidas de la fluorescencia en todos los patrones sin injertar conforme aumenta el nivel de salinidad, siendo dicha disminución significativa en *C. macrophylla* al pasar del nivel T1 al T2. En los niveles salinos T0 y T1 no se aprecian diferencias, sin embargo en el nivel T2 los valores obtenidos por el *C. macrophylla* son bastante menores que los correspondientes a 'citrange Carrizo' y 'mandarino Cleopatra', encontrándose diferencias signi-

ficativas entre la fluorescencia del patrón *C. macrophylla* y los otros dos.

Como se puede observar en la figura 3, en el nivel T2 de salinidad los injertos de 'mandarino Cleopatra' y de 'citrange Carrizo' sobre *C. macrophylla* dieron valores mayores de fluorescencia respecto al patrón *C. macrophylla* sin injertar, encontrándose diferencias significativas en el nivel T2.

En la figura 4 se encuentran diferencias significativas entre los valores del nivel T2 para la combinación 'citrange Carrizo' sobre 'mandarino Cleopatra' con respecto al patrón sin injertar y a la combinación *C. macrophylla* sobre 'mandarino Cleopatra', correspondiendo el valor más bajo al injerto de 'citrange Carrizo'. Encontramos la única diferencia significativa entre el nivel T0 y el T1 de salinización, la cual se da en la combinación 'citrange Carrizo' injertado sobre 'mandarino Cleopatra'.

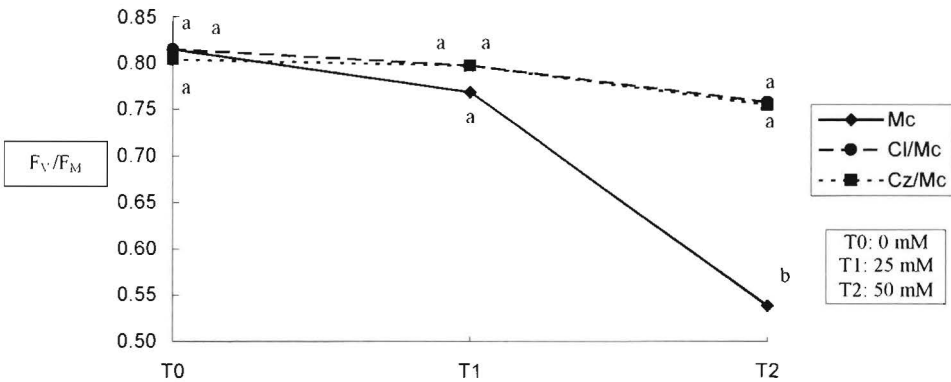


Figura 3. Medidas de la emisión de fluorescencia de clorofila a en el patrón *C. macrophylla* sin injertar e injertado con 'mandarino Cleopatra' y 'citrange Carrizo' en los tres niveles salinos. Test múltiple de Duncan, significativo al 95%.

Figure 3. Measurements of chlorophyll a fluorescence in *C. macrophylla* rootstock without scion and their combinations with 'Cleopatra mandarin' and 'Carrizo citrange' in the 3 saline levels. Duncan multiple test, significant to 95%.

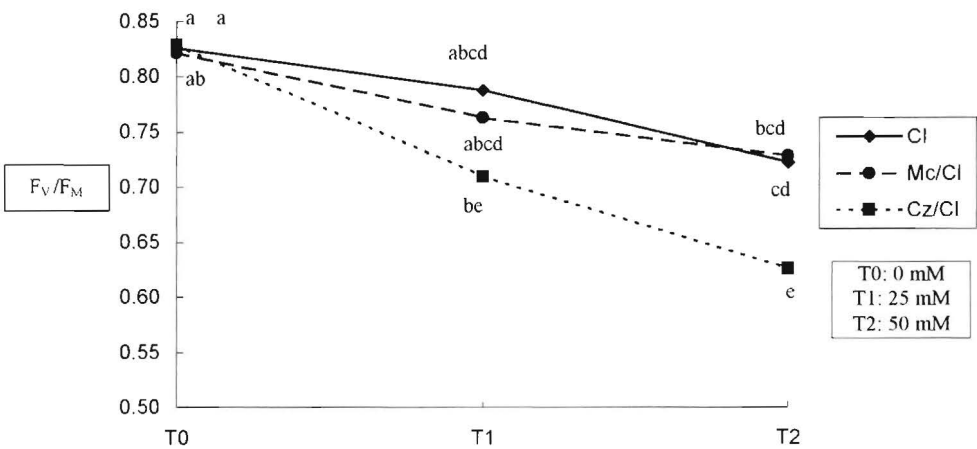


Figura 4. Medidas de la emisión de fluorescencia de clorofila a en el patrón 'mandarino Cleopatra' sin injertar e injertado con *C. macrophylla* y 'citrango Carrizo' en los tres niveles salinos. Test múltiple de Duncan, significativo al 95%.

Figure 4. Measurements of chlorophyll a fluorescence in 'Cleopatra mandarin' rootstock without scion and their combinations with *C. macrophylla* and 'Carrizo citrange' in the 3 saline levels. Duncan multiple test, significant to 95%.

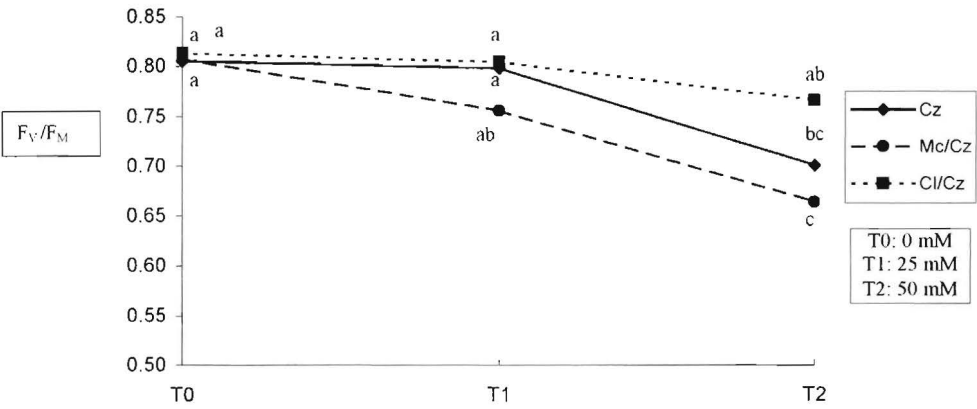


Figura 5. Medidas de la emisión de fluorescencia de clorofila a en el patrón 'citrango Carrizo' sin injertar e injertado con *C. macrophylla* y 'mandarino Cleopatra' en los tres niveles salinos. Test Múltiple de Duncan significativo al 95%.

Figure 5. Measurements of chlorophyll a fluorescence in 'Carrizo citrange' rootstock without scion and their combinations with *C. macrophylla* and 'Cleopatra mandarin' in the 3 saline levels. Duncan multiple test, significant to 95%.

En la figura 5 se observa que hay diferencias significativas entre la combinación de 'mandarino Cleopatra' injertado sobre 'citrange Carrizo' y *C. macrophylla* injertado también sobre 'citrange Carrizo' en el nivel T2 de salinidad, mostrando el valor más bajo esta última combinación. No se encuentran diferencias significativas en este nivel, entre el patrón 'citrange Carrizo' sin injertar y las dos combinaciones indicadas anteriormente.

Diversos autores han estudiado la tolerancia a la salinidad de estos patrones y obtienen resultados parecidos aunque no iguales, ya que en nuestro ensayo el *C. macrophylla* es el patrón que dio menores valores de fluorescencia. Así, CARO *et al.* (1973) obtienen una mayor tolerancia de 'mandarino Cleopatra' seguido de *C. macrophylla*, siendo el menos tolerante el 'citrange Troyer', en base al porcentaje de germinación obtenido cuando las semillas de estos patrones fueron sumergidas en distintas soluciones salinas. CARO *et al.* (1977) también obtuvieron los mismos resultados atendiendo al parámetro de la longitud del tallo en plantas regadas con soluciones salinas. GUILLÉN *et al.* (1978) basándose en la composición foliar de plántulas sometidas a estrés salino obtuvo igualmente una mayor tolerancia del 'mandarino Cleopatra' frente al 'citrange Troyer' y *C. macrophylla* y CERDÁ *et al.* (1990) encontraron un menor porcentaje de reducción de cosecha en el 'mandarino Cleopatra' con relación a *C. macrophylla* como consecuencia del estrés salino a que fueron sometidas las plantas. BAÑULS y PRIMO (1995) encontraron marcadas diferencias entre 'citrange Troyer' y 'mandarino Cleopatra'. Se ha de tener en cuenta que en los trabajos mencionados anteriormente se ha utilizado el patrón 'citrange Troyer' y por el contrario no se han realizado ensayos con el patrón 'citrange Carrizo', aunque ambos tienen una tolerancia a la salini-

dad baja (PRALORAN, 1977; POMARES, 1985) por lo que se puede considerar que se habrían obtenido resultados similares de haber sido ensayado el patrón 'citrange Carrizo'.

GARCÍA-LEGAZ (1991) afirma que en las diferencias de comportamiento de las distintas combinaciones patrón/injerto frente a la salinidad, tiene más importancia el portainjerto que la variedad injertada, aunque en los valores de fluorescencia que hay en un mismo nivel salino entre el patrón sin injertar y las distintas combinaciones injertadas sobre él se encuentran diferencias significativas para el mayor nivel de salinidad (T2) en *C. macrophylla* y 'mandarino Cleopatra'; no encontrándose diferencias significativas en los otros dos niveles.

Conclusiones

La fluorescencia de clorofila a resulta ser una técnica de interés como indicadora del estrés salino, ya que es un método no destructivo y su manejo es sencillo, aunque poco resolutive ya que sólo puede apreciar diferencias cuando las plantas son fertirrigadas con soluciones salinas de elevada concentración.

Los valores de fluorescencia de la combinación 'mandarino Cleopatra' injertado sobre 'citrange Carrizo' son los mayores en las concentraciones salinas utilizadas (T1 y T2).

Las combinaciones de 'macrophylla' injertado sobre 'Carrizo' y 'Carrizo' injertado sobre 'Cleopatra' y los tres patrones sin injertar son las plantas más afectadas por estrés salino, las medidas de fluorescencia del patrón *C. macrophylla* dan valores sensiblemente diferentes con relación al resto de combinaciones injertadas sobre él, sufriendo la mayor disminución de las medidas de fluorescencia.

Bibliografía

- BAÑULS J., PRIMO E., 1995, Effects of salinity on some Citrus scion-rootstock combinations. *Annals of Botany* 76, 97-102.
- BJÖRKMAN O., DEMMING, B., 1987, Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77K among vascular plants of diverse origins, *Planta* 170, 489-504.
- BUTLER W.L., KITAJIMA M., 1975, A tripartite model for chloroplast fluorescence. *International Congress on Photosynthesis*, Elsevier, Amsterdam, pp. 13-24.
- CARO M., CERDÁ A., FERNÁNDEZ F.G., GUILLÉN M.G., 1973, Tolerancia a la salinidad de portainjertos cítricos durante la germinación, I Congreso Mundial de Citricultura, Murcia-Valencia, Tomo I, pp. 313-316.
- CARO M., FERNÁNDEZ F.G., CERDÁ A., GUILLÉN, M.G., 1977, Efectos del cloruro sódico en el agua de riego sobre el desarrollo de portainjertos cítricos. *A. T. A.* 17(4), 501-508.
- CERDA A., NIEVES M., GUILLÉN M.G., 1990, Salt tolerance of lemon trees as affected by rootstock, *Irrig. Sci.* 11, 245-249.
- DEMMING-ADAMS B., ADAMS W., 1992, Photoprotection and other responses of plants to high light stress. *Ann. Rev. Plant Phys. Plant Mol. Biol.* 43, 599-626.
- GARCÍA-LEGAS M.F., 1991, Influencia de la combinación patrón-injerto en el comportamiento del limonero frente a la salinidad, Tesis Doctoral, Universidad de Murcia.
- GUILLÉN M.G., CARO M., FERNÁNDEZ F.G., CERDÁ A., 1978, Foliar composition of Citrus seedlings irrigated with saline waters. *Commun. in Soil Science and Plant Analysis*. 9(7), 595-606.
- GOVINDJEE, 1995, Sixty-three years since Kautsky: chlorophyll a fluorescence. *Aust. J. Plant Physiol.* 22, 131-160.
- HAKAM N., KHANIZADEH S., DEELL J.R., RICHER C., 2000, Assessing Chilling Tolerance in Roses using Chlorophyll Fluorescence, *Hort Science* 35(2), 184-186.
- KAUTSKY H., HIRSCH A., 1931, Neue Versuche zur Koklensäureassimilation, *Natrwissenschaften* 19, 964.
- KRAUSE G.H., WILIS E., 1991, Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 42, 313-349.
- LICHTENTHALER H.K., 1992, The Kautsky effect: 60 years of chlorophyll fluorescence induction kinetics, *Photosynthetica* 27(1-2), 45-55.
- MOHAMMED G.H., BINDER W.D., GILLIES S.L., 1995, Chlorophyll fluorescence a review of its practical forestry applications and instrumentation, *Scand. J. For. Res.* 10, 383-410.
- PRALORAN J.C., 1977, Los agrios. Ed. Blume, 520 pp.
- POMARES F., 1985, La salinidad del suelo en los cítricos. *Levante Agrícola* 24, 123-134.
- SMILLIE R.M., NOTT R., 1982, Salt tolerance in crop plants monitored by chlorophyll fluorescence *in vivo*, *Plant Physiol.* 70, 1049-1054.

(Aceptado para publicación el 10 de enero de 2001)

SELECCIÓN DE ALFALFA “TIERRA DE CAMPOS” PARA PASTOREO Y PARA SIEGA INCORPORANDO IDENTIFICACIÓN MEDIANTE HOMOCIGOSIS PARA UN *LOCUS* ISOENZIMÁTICO

M.R. Morales*, S.A. Cordero**, M.C. Crespo**

* Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales, Universidad de Salamanca, Avda. Filiberto Villalobos, 119, 37007, Salamanca, España. e-mail: reme@gugu.usal.es

** Servicio de Investigación, Desarrollo y Tecnología Agraria (SIDTA), Junta de Castilla-León, Apdo. oficial, 37007, Salamanca, España

RESUMEN

Durante cuatro años se ha llevado a cabo un proceso de selección de alfalfa, ecotipo “Tierra de Campos”, seleccionando por un lado plantas con aptitud para ser aprovechadas mediante siega y por otro plantas con aptitud para ser aprovechadas mediante pastoreo. De las plantas seleccionadas se hizo una nueva selección buscando las homocigóticas para distintos alelos del *locus Pgi-2*. Estos grupos homocigóticos pueden ser utilizados como plantas madre para la obtención de futuras variedades sintéticas y llevarían incorporado una forma de identificación que las diferenciaría del resto de las variedades comerciales existentes que serían polimórficas para este enzima. Con este tipo de selección evitamos que se planteen problemas de identificación de una nueva variedad. Mediante el análisis de algunos de los caracteres fisiológicos y morfológicos más relevantes de alfalfa hemos comprobado que este tipo de homogeneización no afecta negativamente a las características básicas de la alfalfa.

Palabras clave: Caracterización, Homocigosis, *Locus* isoenzimático.

SUMMARY

SELECTION OF ALFALFA “TIERRA DE CAMPOS” FOR GRAZING AND FOR HARVESTING INCORPORATING IDENTIFICATION THROUGH HOMOZYGOSIS FOR AN ISOZYMATIC *LOCUS*

For four years a process for the improvement of alfalfa of the “Tierra de Campos” ecotype was carried out, selecting on the one hand plants suitable for harvesting and on the other hand plants suitable for grazing. A new selection was then made of the plants selected, seeking the homozygotic ones for different alleles of the *locus Pgi-2*. These homozygotic groups can be used as mother plants for obtaining future synthetic varieties and would incorporate a kind of identification that would differentiate them from the other extant commercial varieties which would be polymorphic for this isozyme. With this type of selection we avoid problems in the identification of a new variety. Analysis of the more relevant physiological and morphological characteristics of alfalfa confirmed that this type of homogenization does not have a negative effect on cultivation.

Key words: Charecterization, Homozygotic, Isozymatic *locus*.

Introducción

La alfalfa es una especie que cuenta con una amplia diversidad de variedades comerciales y ecotipos, procedentes la mayor parte de híbridos de *M. sativa* y *M. falcata* (LESINS, 1970), caracterizados por ser un material vegetal de alta variabilidad causada principalmente por su naturaleza tetraploide y tipo de fecundación alógama. (QUIRÓS y BAUCHAN, 1988). En España existe una gran riqueza en cuanto a tipos de alfalfas cultivadas y además contamos con ecotipos desarrollados en distintas zonas de nuestra geografía, con una adaptación idónea a los medios en que se han originado (DEL POZO, 1983). A pesar de ello, cada vez se introducen más cultivares extranjeros que aunque sean de adaptación inferior, compiten con los nuestros por la gran difusión de sus casas comerciales.

La comercialización de algunos de los tipos más importantes de semillas de alfalfa (caso del ecotipo "Tierra de Campos") se ve amenazada por la alta contaminación con otros tipos mejor establecidos en el mercado. Hoy día, la industria de comercialización y producción de semilla demanda una mayor claridad y facilidad en la identificación de alfalfas que se cultivan. Ante la amplia gama de variedades comerciales, se plantea la necesidad de buscar un método de caracterización de los recursos vegetales que garantice al agricultor el uso de un material concreto (ESQUINAS, 1993). La actual caracterización oficial de variedades cultivadas se lleva a cabo mediante el estudio de características morfológicas, agronómicas y fisiológicas. Con este tipo de análisis no se encuentran diferencias claras entre las distintas variedades, lo cual provoca que se planteen, de forma frecuente, dudas en la identificación de éstas. Los problemas surgen como consecuencia de la gran variabilidad intravarietal y de la gran influencia que

sobre este tipo de caracteres tienen las condiciones del medio. El estudio de este tipo de caracteres tiene también el inconveniente de necesitar para su evaluación un mínimo de tres años (BEN CHAABANE, 1990).

El ecotipo "Tierra de Campos" se cultiva en secano, con aprovechamiento mixto: siega, pastoreo y semilla. Se caracteriza por su resistencia al frío y a la sequía y por su larga duración en el terreno (HIDALGO y MARTÍNEZ, 1985). CORDERO y CRESPO (1995) llevaron a cabo un trabajo de caracterización analizando caracteres morfológicos, fisiológicos y agronómicos sobre 97 poblaciones de alfalfas de "Tierra de Campos" encontrando gran variabilidad entre las distintas muestras y gran variabilidad dentro de cada muestra. Tras este trabajo los autores concluyeron que los caracteres agromorfológicos eran poco precisos en su uso como diferenciadores de variedades de alfalfas.

Se hace necesario encontrar un método que permita determinar de forma rápida y clara el tipo de alfalfa que se comercializa, para lo cual es preciso recurrir a estudios genéticos que posibiliten la obtención de un tipo de marcadores de las distintas variedades. La electroforesis de isoenzimas es propuesta por ARÚS *et al.* (1982) como método para determinar la pureza de lotes de semillas. Se han realizado trabajos de caracterización de algunas variedades de alfalfa con RAPDs (BRUMMER *et al.*, 1995), RFLPs (KIDWELL *et al.*, 1994) y con isoenzimas (BRUNEL, 1982; QUIRÓS, 1983; MORALES *et al.*, 1996). Estos estudios no llegan a diferenciar las variedades cercanas genéticamente por lo que siempre será difícil distinguir una nueva variedad sintética de la variedad de partida.

Ante la problemática actual, en este trabajo se propone que puede ser de gran interés cuando se desarrolle un programa de selec-

ción y obtención de una variedad sintética en especies alógamas (en el que se parte de un número limitado de plantas parentales), usar plantas isoenzimáticamente uniformes como plantas madre (DOUGLAS, 1983). La utilización de este material de partida, permitiría diferenciar perfectamente a la nueva variedad obtenida incluso de las más cercanas genéticamente. Sin embargo, es necesario comprobar que una selección varietal que incorpora una expresión homogénea para un isoenzima no hace variar características agronómicas y de calidad del cultivo.

MORALES *et al.* (1997), en su análisis del *locus Pgi-2* encuentran 5 alelos distintos que

pueden dar lugar a 70 genotipos diferentes en alfalfa (figura 1). Con el fin de diferenciar futuras variedades de alfalfa “Tierra de Campos”, en este estudio hemos realizado una selección de líneas de mejora para siega y para pastoreo buscando al mismo tiempo individuos homocigóticos para los alelos a', a b y d de este *locus* polimórfico.

Los objetivos que se plantean con el trabajo son:

1. Iniciar un plan de selección del ecotipo “Tierra de Campos” utilizando tres líneas seleccionadas para aprovechamiento mediante siega y tres líneas para aprovechamiento mediante pastoreo.

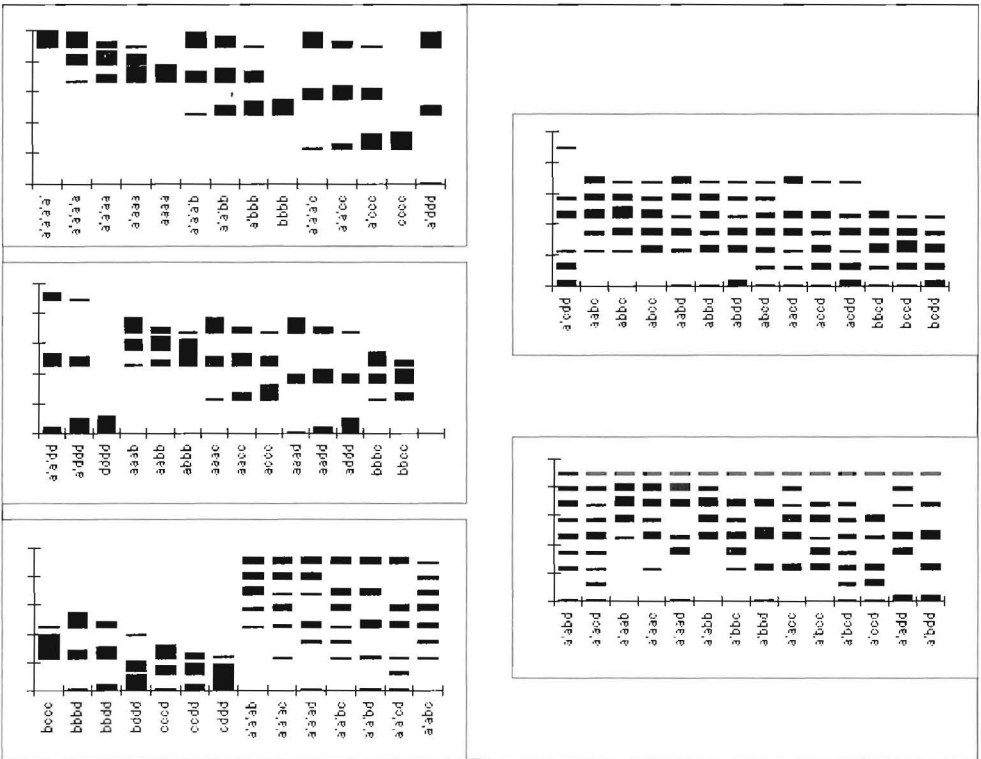


Figura 1. Genotipos para *Pgi-2* que pueden aparecer en alfalfas tetraploides.
Figure 1. Genotypes for *Pgi-2* that can appear in tetraploid alfalfas.

2. Buscar grupos de plantas uniformes para un el *locus Pgi-2* que puedan ser utilizadas como plantas madre en el plan de obtención de una futura variedad comercial, lo cual permitirá diferenciar perfectamente a la nueva variedad.

3. Comprobar que una selección varietal que incorpore una expresión homogénea para un *locus* isoenzimático no varía los principales parámetros de caracterización del ecotipo “Tierra de Campos”.

Material y métodos

Procedencia del material vegetal

En el proceso de mejora se partió de seis líneas del ecotipo “Tierra de Campos” seleccionadas tras el trabajo de caracterización realizado por CORDERO y CRESPO (1995) que resultaron más productivas, de rebrote más homogéneo, de mayor relación hoja/tallo y menos dañadas por el hielo. En esta selección se hicieron dos grupos distintos según el criterio de porte; las más erectas: líneas 63 (Villerías de Campos), 80 (Villanueva de Campos) y 92 (Gatón de Campos) como más adecuadas para aprovechamiento en siega y las que presentaron un mayor porcentaje de plantas semierectas: líneas 3 (Revellinos), 6 (Villafrechos) y 24 (Vega de Ruiponce) para aprovechamiento mediante pastoreo.

Formación de grupos de plantas homocigóticas para el *locus Pgi-2*

En el año 1991 se sembraron en terrenos del S.I.D.T.A. de Salamanca 6 filas de 120 plantas cada una, separadas un metro, correspondientes a estas 6 selecciones del ecotipo

de “Tierra de Campos”. Por otro lado, este mismo año, se sembraron en secano, en este mismo lugar, dos parcelas de 3000 m² cada una. Una de ellas con una mezcla de semillas de las 3 líneas seleccionadas para siega, fue sometida a este aprovechamiento durante 4 años y la otra con mezcla de semilla de las 3 líneas seleccionadas para pastoreo, fue sometida a pastoreo continuo durante 4 años con una carga de 26 ovejas. Las ovejas fueron recogidas durante los fines de semana y su alimentación se suplementó con heno de alfalfa.

En la primavera de 1995 se seleccionaron 100 plantas de cada una de estas parcelas, atendiendo en el caso de siega, a su porte erecto, alta relación hoja/tallo, y planta sana. En el caso de pastoreo, el número de plantas que quedaban en la parcela se había reducido considerablemente y de las plantas que habían soportado este aprovechamiento se seleccionaron 100 que presentaron porte bajo, alta relación hoja/tallo y planta sana.

Con las 100 plantas seleccionadas de cada grupo se hicieron esquejes para conservarlas en macetas y se analizaron mediante electroforesis en gel de almidón para determinar su genotipo respecto al *locus Pgi-2*. La técnica llevada a cabo para ello es la recogida por SOLTIS y SOLTIS (1990). De aquellas que presentaron genotipos homocigóticos para los alelos de este *locus* se hicieron nuevos esquejes (3 de cada planta).

En el año 1995 se determinaron también los genotipos respecto al *locus Pgi-2* de las 120 plantas de las 6 líneas de “Tierra de Campos” sembradas individualmente en líneas, realizándose a finales del verano de este mismo año nuevos esquejes de las plantas que presentaron genotipos homocigóticos (3 de cada una de ellas).

De estos análisis (920 plantas) se obtuvieron directamente: 9 plantas de genotipo aaaa,

13 de genotipo bbbb y 3 de genotipo dddd. A través de cruzamientos dirigidos con plantas seleccionadas de las parcelas de pastoreo y de siega (con genotipos heterocigóticos en los que se repetía dos o tres veces el mismo alelo) obtuvimos nuevas plantas homocigóticas para estos 3 alelos y plantas con genotipo a'a'a'a', que no habíamos encontrado direc-

tamente en los campos. No llegamos a obtener el genotipo cccc, ni plantas con genotipo a'a'a'a' procedentes de selección para pastoreo. Estos dos alelos aparecen en las alfalfas "Tierra de Campos" con una frecuencia muy reducida (MORALES *et al.*, 1997) por lo que no ha sido posible encontrar directamente homocigóticos en la población analizada.

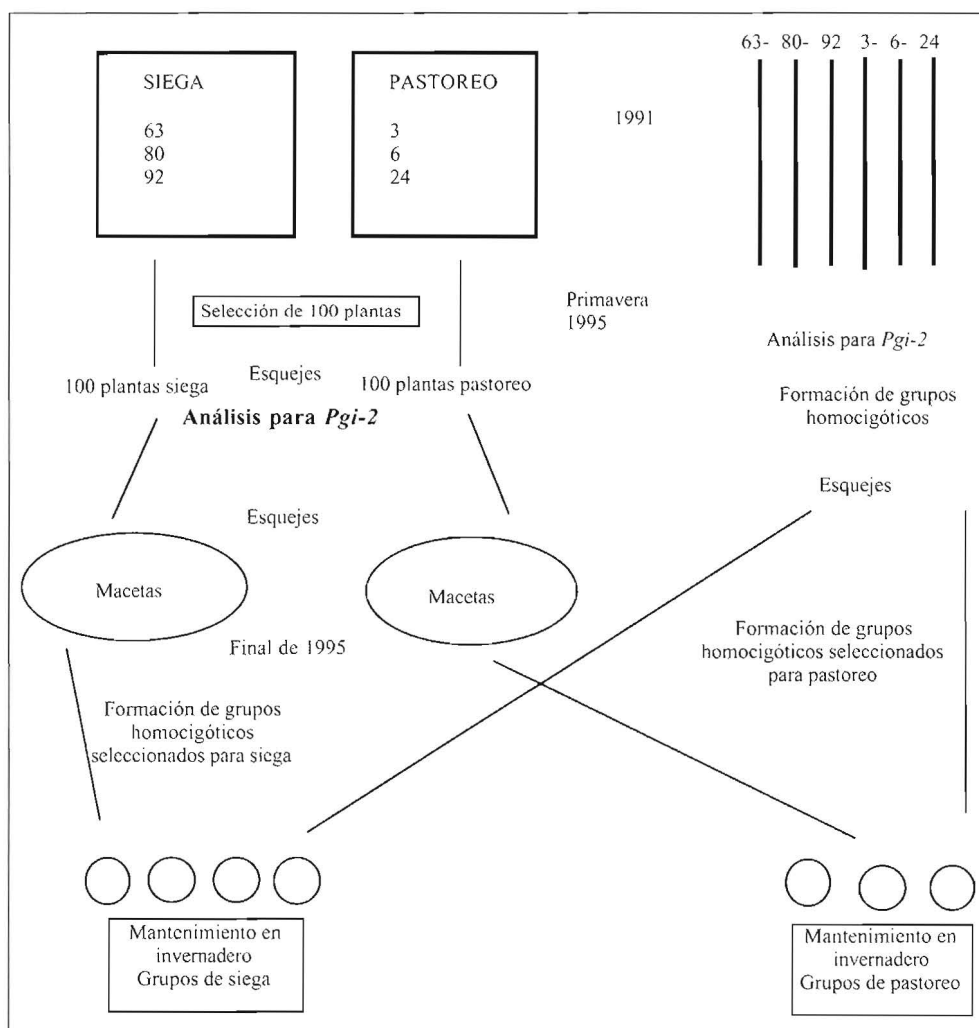


Figura 2. Esquema del proceso de selección llevado a cabo en las 6 líneas de "Tierra de Campos".
Figure 2. Flow diagram of the selection process carried out on the 6 lines of "Tierra de Campos".

Para evaluar si la homocigosis para este *locus* podía afectar a caracteres agronómicos, morfológicos y fisiológicos determinantes en el cultivo de alfalfa se establecieron, al inicio de 1996, en el S.I.D.T.A. de Salamanca 7 miniparcelas trasplantando 15 plantas homocigóticas de cada grupo, manteniendo entre cada planta 1 m de distancia y 2 m entre grupos. Los grupos establecidos fueron: dddd siega, dddd pastoreo, bbbb siega, bbbb pastoreo, aaaa siega, aaaa pastoreo y a'a'a'a siega.

Análisis de caracteres agromorfológicos de los grupos de plantas homocigóticas para el *locus Pgi-2*

Los caracteres analizados fueron los siguientes:

- Peso de 1000 semillas. Se valoró mediante el peso de 200 semillas procedentes de vainas maduras.
- Color de las semillas. Se evaluó mediante contraste de una escala de colores realizada previamente con semillas de alfalfa (violeta, marrón, castaño, ámbar y verde).
- Días a floración. Se contaron los días transcurridos a partir del 1 de mayo hasta el momento de la aparición de la primera flor.
- Color de las flores. Se estimó el porcentaje de flores blancas, variegadas, azul claro y azul oscuro.
- Porte de las plantas. Se valoró el porcentaje de plantas erectas, semierectas y rastreras.
- Longitud del tallo principal. Se midió en el momento de aparición de la primera flor.
- Número de entrenudos del tallo principal.
- Longitud y anchura de las hojas. Se tomaron los datos en el foliolo central de la 3.^a hoja bajo la inflorescencia del tallo principal.

- Velocidad del rebrote. Se midió como la altura adquirida 12 días después del corte que fue realizado el día 15 de abril de 1997.

- Vigor del rebrote. Se tomó al final del invierno (marzo de 1997), considerando la densidad de brotes en la corona y estimación de la masa foliar de los brotes. Escala 1-10.

- Relación hoja/tallo. Varía según el momento en que se encuentre la planta (CARLSON *et al.*, 1970) ya que las hojas son más abundantes en la fase vegetativa y van disminuyendo según se progresa en la fase reproductiva. Se valoró el 12 de mayo de 1997, antes de la formación del botón floral, tomando muestras de 3 ramas de cada planta, separando por un lado hoja y por otro tallo. Se obtuvo peso de materia seca de hoja y de tallo mediante secado en estufa con circulación de aire a 60 °C durante 48 horas.

- Contenido en proteína (PB = $N \times 6,25$. Método Kjendahl). El 18 de mayo de 1997, antes de la formación de los botones florales, se recogieron muestras de 2 ramas por planta. Se secaron a 60 °C durante 48 horas y se molieron, tomando 0,3 g de cada muestra sobre la cual se determinó el contenido en nitrógeno por este método.

Análisis de datos

Mediante el programa Statgraphic-Plus hemos estudiado los caracteres cuantitativos para cada grupo, calculando medias y desviaciones típicas. Se ha determinado mediante un análisis ANOVA, si existían diferencias entre los grupos homocigóticos formados, tratando de estudiar si la agrupación por homocigosis para distintos alelos del *locus Pgi-2* tiene influencia en el carácter analizado. Para cada uno de los caracteres cualitativos se calcularon frecuencias relativas y se

realizó una comparación de éstas entre los distintos grupos mediante el análisis de χ^2 .

Resultados y discusión

Los valores medios y desviaciones estándar de los caracteres analizados en los gru-

pos de 15 plantas homocigóticas para distintos alelos del *locus Pgi-2*, procedentes de la selección para siega y para pastoreo, quedan reflejados en los cuadros 1 y 2.

En los 10 parámetros cualitativos analizados sólo aparecen diferencias significativas entre los distintos grupos de plantas homocigóticas para peso de 1.000 semillas y Longitud del tallo principal. Todos los

Cuadro 1. Valores medios y desviaciones estándar (σ) de algunos parámetros medidos sobre alfalfas procedentes de selección para siega homocigóticas para distintos alelos del *locus Pgi-2*

Table 1. Mean values and standar deviations (σ) of some parameters measured on alfalfas from the selection for harvesting and homozygotic for different alleles of *Pgi-2 locus*

Carácter observado	a'a'a'a' siega		aaaa siega		bbbb siega		dddd siega	
	Media	σ	Media	σ	Media	σ	Media	σ
Peso de 1.000 semillas (g.)	2,49	0,37	2,41	0,08	2,33	0,28	2,51	0,33
Color de las semillas								
% castaño	0		50		25		16	
% verde	66		0		9		9	
% marrón	0		0		0		0	
% ámbar	34		50		66		75	
Días a floración desde el 1-V	35,25	2,19	35,5	0,71	34,33	2,53	36,41	2,71
Color de las flores								
% blancas	0		0		0		0	
% variegadas	0		0		0		0	
% azul claro	0		50		17		83	
% azul oscuro	100		50		83		17	
Porte de las plantas								
% erectas	50		0		83,3		83,3	
% semierectas	50		100		16,7		16,7	
% rastreras	0		0		0		0	
Longitud del tallo principal (cm)	68,12	2,53	74	4,24	76,5	13,67	68,66	11,8
N.º de entrenudos del tallo principal	13,62	1,18	15,5	4,94	15,17	2,29	15,41	1,97
Longitud del foliolo (mm)	24,25	6,32	27,5	3,53	26,33	5,38	28,00	5,48
Anchura del foliolo (mm)	12,00	1,93	12,50	0,71	12,33	3,36	12,00	2,17
Velocidad del rebrote (tras el 1.º corte)	15	5,34	14,5	0,71	16,36	2,94	12,5	6,46
Vigor del rebrote	6,62	0,52	6,75	0,35	5,36	1,28	6	1,54
Relación hoja/tallo (g. m.s./g. m.s.)	0,55	0,21	0,71	0,28	0,79	0,2	0,60	0,11
Contenido en proteína								
(% m.s. parte aérea)	21,25	2,33	21,70	1,06	23,75	2,94	20,22	1,3

valores obtenidos en el estudio de los distintos caracteres, están dentro de las cifras obtenidas por CORDERO y CRESPO (1995) en el trabajo de caracterización del ecotipo "Tierra de Campos".

El test de Duncan para el peso de 1.000 semillas nos indica los grupos entre los que aparecen diferencias:

dddd-pastoreo	aaaa-pastoreo	bbbb-pastoreo
2,132	2,172	2,185
x	x	x
bbbb-siega	aaaa-siega	
2,327	2,410	
xy	xy	
a'a'a'a'-siega	dddd-siega	
2,491	2,515	
y	y	

Se obtienen dos grupos homogéneos (grupo x, grupo y) dentro de los que no existen diferencias significativas. Puesto que nos encontramos en ambos grupos plantas del mismo alelo parece que esta característica no es influyente en el peso de la semilla, siendo más determinante el tipo de aprovechamiento.

Para la longitud del tallo principal aparecen tres grupos (grupo x; grupo y; grupo z) dentro de los que no existen diferencias significativas:

dddd-pastoreo	aaa-pastoreo	bbbb-pastoreo
53,36	66,27	66,58
x	y	y
a'a'a'a'-siega	dddd-siega	
68,12	68,66	
yz	yz	
aaaa-siega	bbbb-siega	
74,0	76,5	
yz	z	

Ya que aparecen en distintos grupos plantas del mismo alelo (alelo a), consideramos que como en el caso anterior, las diferencias se deben a la selección por tipo de aprovechamiento, teniendo en cuenta que las plantas procedentes de pastoreo muestran valores menores que las de siega. El conjunto de las 75 líneas de "Tierra de Campos" estudiadas por CORDERO y CRESPO (1995), presentaron una longitud del tallo principal de 62,7 cm., valor que se ha mejorado en los grupos de siega (cuadro 2).

La fecha de floración es un carácter estrechamente ligado a las condiciones climáticas de cada año (Guy *et al.*, 1971). En general, las alfalfas de "Tierra de Campos" se comportan como semiprecoces, siendo ésta la tendencia seguida por nuestros grupos.

Los grupos de pastoreo son de rebrote algo más lento que los de siega. Este ecotipo muestra un crecimiento del rebrote algo más lento que las alfalfas de tipo Aragón y de tipo Flamenco, aunque algunas alfalfas de los grupos de siega se acercan a velocidades de rebrote de 15 cm de altura, a los 12 días después del primer corte.

La relación hoja/tallo es un parámetro muy importante en la mejora de alfalfa. El ecotipo "Tierra de Campos" presenta valores altos comparados con alfalfas tipo Aragón (media: 0,59) o tipo Flamencas (media: 0,55). Puesto que en la selección de plantas que se ha llevado a cabo hemos tenido en cuenta este carácter, cuatro de nuestros grupos presentan una media superior a la del ecotipo (media: 0,64). La relación hoja/tallo está relacionada con el contenido proteico, debido a que la hoja muestra valores más altos que el tallo. LUNA (1996), obtiene valores de proteína bruta en hojas del 29,6% y en tallos del 14,0% en el momento del corte al inicio de la floración, señalando, que al disminuir la relación hoja/tallo conforme avanza el ciclo productivo, descienden también los valores

Cuadro 2. Valores medios y desviaciones estándar (σ) de algunos parámetros medidos sobre alfalfas procedentes de selección para pastoreo homocigóticas para distintos alelos del locus *Pgi-2*

Table 2. Mean values and standar deviations (σ) of some parameters measured on alfalfas from the selection for grazing and homozygotic for different alleles of *Pgi-2* locus

Carácter observado	aaaa pastoreo		bbbb pastoreo		dddd pastoreo	
	Media	σ	Media	σ	Media	σ
Peso de 1.000 semillas (g.)	2,17	0,14	2,18	0,23	2,13	0,26
Color de las semillas						
% castaño	12		58		50	
% verde	0		25		10	
% marrón	0		8		20	
% ámbar	88		9		20	
Días a floración desde el 1-V	37,36	1,38	33,41	6,91	36,72	1,79
Color de las flores						
% blancas	0		0		0	
% variegadas	0		0		0	
% azul claro	27		83,3		9	
% azul oscuro	73		16,6		91	
Porte de las plantas						
% erectas	18,8		0		0	
% semierectas	63,64		25		60	
% rastreras	18,18		75		40	
Longitud del tallo principal (cm)	66,27	9,39	66,58	8,08	53,36	12,78
N.º de entrenudos del tallo principal	15,45	2,07	14,50	2,11	14,27	2,00
Longitud del foliolo (mm)	25,27	3,29	23,16	5,32	22,81	3,57
Anchura del foliolo (mm)	11,73	0,90	13,16	5,13	12,54	2,38
Velocidad del rebrote (tras el 1.º corte)	13,72	5,14	13,42	2,10	10,50	4,03
Vigor del rebrote	6,09	1,64	6,33	1,15	5,5	1,84
Relación hoja/tallo (g. m.s./g. m.s.)	0,80	0,09	0,77	0,23	0,60	0,11
Contenido en proteína (% m.s. parte aérea)	21,56	1,05	20,5	0,63	19,02	0,92

medios de proteína bruta en la parte aérea. Los valores medios de proteína bruta dados por ALIBÉS Y TISSERAND (1990) para alfalfa verde al 50% de la floración son del 18,7%. DEL POZO (1983) señala valores al inicio de la floración del 24% en hojas y del 10,7% en tallos. Las plantas obtenidas presentan valores del 19% al 23,7%, consideradas cifras medias para parte aérea en plantas de alfalfa poco antes del inicio de la floración.

Los colores de semillas predominantes en la mayor parte de los grupos son el castaño y el ámbar. Hay que tener en cuenta que el color de las semillas varía con su estado de madurez, comenzando con el verde y tornado a tonos ámbar o marrones conforme se avanza en el estado. Al haberse realizado la recolección el mismo día (1 de septiembre de 1996), el estado de madurez de las diversas plantas era desigual, lo que pudo provo-

Cuadro 3. Anova para distintos parámetros de caracterización de alfalfa tomados en los grupos seleccionados para siega o para pastoreo, homocigóticos para diferentes alelos del *locus Pgi-2*

Table 3. Anova for different alfalfa characterization parameters in the group of alfalfas from the selection for harvesting or for grazing, homozygotic for different alleles of the Pgi-2 locus

Carácter	Suma de cuadrados entre los grupos	Suma de cuadrados dentro de los grupos	Suma de cuadrados total	Df entre los grupos	Df dentro de los grupos	Df total	Media de cuadrados entre los grupos	Media de cuadrados dentro de los grupos	F	P
Peso de 1.000 semillas	1,42702	4,13529	5,5623	6	58	64	0,2378	0,0713	3,34	0,0068 **
Fecha de floración	133,537	769,227	894,765	6	61	67	22,2562	12,4791	1,78	0,1175
Longitud del tallo principal	3277,28	7018,19	10295,5	6	61	67	546,214	115,052	4,75	0,005 **
N.º de nudos del tallo principal	27,0149	266,867	293,882	6	61	67	4,50249	4,37488	1,03	0,4152
Longitud de la hoja	238,907	1534,15	1773,06	6	61	67	39,8179	25,15	1,58	0,1674
Anchura de la hoja	15,139	557,742	578,882	6	61	67	2,523	9,143	0,28	0,946
Altura del rebrote	212,447	1255,64	1468,12	6	59	65	35,4129	21,2821	1,66	0,1459
Vigor del rebrote	12,625	116,621	129,246	6	59	65	2,10417	1,97663	1,06	0,3941
Relación hoja/tallo	0,54322	1,91373	2,45695	6	44	50	0,09054	0,04344	2,08	0,0747
Contenido en proteína	38,8448	36,6348	75,4796	6	12	18	6,4741	3,0529	2,12	0,1262

car que aparecieran diferencias marcadas entre los distintos grupos establecidos y dentro de las muestras del mismo grupo. Por ello, consideramos que las diferencias encontradas en el color de las semillas se deben principalmente al estado de maduración en el momento de la recolección y no a causas genéticas.

A pesar de que en alfalfas de “Tierra de Campos” pueden aparecer flores blancas y variegadas, sólo hemos encontrado colores azul claro y azul oscuro. Se ha observado variabilidad entre los diferentes grupos y también dentro de las muestras del mismo grupo se detecta una alta heterogeneidad en cuanto a este carácter.

Como cabía esperar, los grupos de selección por siega han presentando plantas con fenotipo erecto y semierecto, mientras que los de selección por pastoreo presentan

fenotipo semierecto y rastrero (cuadro 1). Aparecen diferencias significativas entre todos los grupos excepto para el grupo de selección por siega con genotipo bbbb con el grupo de selección por siega y genotipo dddd (cuadro 4).

Tras el análisis de estos resultados, consideramos que cuando se desarrolle un programa de selección y obtención de una variedad sintética en especies alógamas y poliploides partiendo de un número limitado de plantas parentales, puede ser de gran interés buscar grupos isoenzimáticamente uniformes para un *locus* polimórfico, lo cual permite diferenciar perfectamente a la nueva variedad obtenida incluso de las más cercanas genéticamente. No planteamos la homogeneización conjunta para más *loci* para no llegar a influir en la variabilidad genética, lo cual podría afectar a las características de adaptabilidad y rusticidad de este

Cuadro 4. Diferencias encontradas con el tests χ^2 para el porte de las plantas, en los grupos de alfalfas procedentes de selección por siega o por pastoreo homocigóticos para distintos alelos del *locus* Pgi-2

Table 4. Differences found with the χ^2 test for the stem aspect in groups of alfalfas from for harvesting or grazig, homozygotic for different alleles of the Pgi-2 locus

	a'a'a'a' siega	aaaa siega	bbbb siega	dddd siega	aaaa pastoreo	bbbb pastoreo	dddd pastoreo
a'a'a'a' siega	-						
aaaa siega	**	-					
bbbb siega	**	**	-				
dddd siega	**	**	N.S.	-			
aaaa pastoreo	**	**	**	**	-		
bbbb pastoreo	**	**	**	**	**	-	
dddd pastoreo	**	**	**	**	**	**	-

(**) Diferencias significativas para $p < 0,01$.

(*) Diferencias significativas para $p < 0,05$.

ecotipo (HILL y BAYLOR, 1983). Actualmente, debido a los problemas que tienen las variedades de alfalfa en su uso para pastoreo y puesto que la Política Agraria de la Unión Europea se centra en la ganadería extensiva, primando el pastoreo, pensamos que sería muy interesante para posteriores trabajos, conseguir una variedad sintética apta para pastoreo sometiendo a un nuevo programa de selección recurrente a uno de los grupos de plantas con aptitud para pastoreo homocigóticos para un alelo de *Pgi-2*.

Conclusiones

Se ha realizado un trabajo de selección del ecotipo de alfalfa "Tierra de Campos" para siega y para pastoreo seleccionando al mismo tiempo plantas homocigóticas para distintos alelos del *locus Pgi-2*, comprobándose que este tipo de agrupación no hace variar los parámetros más importantes definidores del ecotipo.

Se han obtenido 4 grupos de plantas homocigóticas para distintos alelos del *locus Pgi-2* seleccionados para siega y 3 grupos de plantas homocigóticas para distintos alelos del *locus Pgi-2* seleccionados para pastoreo. El mejor de cada uno de ellos podría ser utilizado como plantas madre para una variedad sintética del ecotipo "Tierra de Campos" con cualidades para siega o para pastoreo, que sería perfectamente diferenciable del resto de las variedades existentes.

Agradecimientos

Queremos agradecer al profesor Jesús Ortiz Marcide de la E.T.S.I.A de Madrid su asesoramiento y ayuda en este trabajo.

Bibliografía

- ALIBES X., TISSERAND J.L., 1990. Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéennes, Options Méditerranéennes, serie B, N.º 4, 89 páginas.
- ARUS P., TANKSLEY S.D., ORTON T.J., JONES R.A., 1982. Electrophoresis variation as a tool for determining seed purity and for breeding hybrids varieties of *Brassica oleracea*, *Euphytica*, 31: 417-428.
- BEN CHAABANE A., 1990. Etude de la variabilité d'une collection de luzernes spontanees (*Medicago sativa* L.) dans le but de son amelioration genetique. Tesis Master of Science, C.I.H.E.A.M. Zaragoza.
- BRUMMER E.C., BOUTON J.H., KOCHERT G., 1995. Analysis of annual *Medicago* species using RAPD markers, *Genome*, 38: 362-367.
- BRUNEL D. 1982. Mise en evidence de 4 *locus* enzymatiques chez la luzerne (*Medicago sativa* L.) di- et tétraploïde, *Agronomie* 2 (2): 133-148.
- CARLSON G.E., HART R.H., HANSON G.H., PEARCE R.B., 1970. Overcoming barriers to higher forage yields through breeding for physiological characteristics, *Proc. 11th. Int. Grass. Congr., Queensland (Australia)*, pp. 248-251.
- CORDERO S.A., CRESPO M.C., 1995. Caracterización del ecotipo de alfalfa Tierra de Campos, *Pastos* 25.
- DEL POZO M., 1983. La alfalfa. Su cultivo y aprovechamiento, Ed. Mundi Prensa. Madrid.
- DOUGLAS C.B., 1983. Isozymic variation and plant breeders's rights. In: *Isozymes in Plant genetics and Breeding, Part A.*, Ed.: S.D. Tanksley and T.J. Orton, Amsterdam, Elsevier, pp. 425-441.
- ESQUINAS J.T., 1993. Plant Genetics Resources, En: *Plant Breeding: Principles and Prospects*. M.D. Hayward, N.O. Bolemark and I. Romagosa (Eds.). Zaragoza, pp. 33-51.
- GUY P., BLONDON F., DURAND J., 1971. Action de la temperature et de la durée d'éclaircissement sur la croissance et la floraison de deux types éloignes de luzerne cultivée, *Ann. Amélior. Plant*, 21: 409-422.
- HIDALGO F., MARTÍNEZ A., 1985. La conservación genética de la alfalfa Tierra de Campos, XXV Reunión de la S.E.E.P., Tomo 2: 1-25.

- HILL R.R., BAYLOR J.E., 1983. Genotype x environment interaction for yield in alfalfa, *Crop Sci.* 23: 811-815.
- KIDWELL K.K., AUSTIN D.C., OSBORN T.C., 1994. RFLP Evaluation of nine *Medicago* accessions representing the original germoplasm sources for North America alfalfa cultivars, *Crop Sci.* 34: 230-236.
- LESINS K., 1970. Alfalfa, Lucerne, *Medicago sativa* (Leguminosae- papilionaceae), pp. 165-68, In: Evolution of Crop Plants. (Ed.N.W. Simmonds). Longman Group. London.
- LUNA L., 1996. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de forraje, la calidad y la movilización de reservas de la alfalfa cv. Aragón. Tesis Doctoral, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, España.
- MORALES M.R., CRESPO M.C., CORDERO S.A. 1997. El locus *Pgi-2* en la identificación de variedades tetraploides de *Medicago sativa* y de otras especies del mismo género, *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.*, 12 (1, 2 y 3): 15-25.
- MORALES M.R., CRESPO M.C., CORDERO S.A. 1996. Estudio isoenzimático en diferentes muestras de *Medicago sativa* tetraploide. *Pastos XXVI* (2): 197-213.
- QUIRÓS, C.F., 1983. Perennial alfalfa and its closely related species, In: Isozymes in Plant Genetics and Breeding, Part B, Ed: S.D. Tanksley and T.J. Orton., Amsterdam, Elsevier. pp. 253-294.
- QUIROS C.F., BAUCHAN G.R., 1988. The genus *Medicago* and the origin of the *Medicago sativa* complex, In: Alfalfa and alfalfa improvement, Hanson A. A., Barnes D.K., Hill R.R. (Eds), Madison, Wisconsin, USA, Agronomy series, 29, pp. 93-124.
- SOLTIS D.G., SOLTIS P.S., 1990. Isozymes in Plant Biology, Chapman and Hall, 267 pp., London (England).

(Aceptado para publicación el 9 de marzo de 2001)

CARACTERIZACIÓN PRECOZ DE LA HOMOGENEIDAD EN VARIEDADES COMERCIALES DE VEZA COMÚN

I. Delgado Enguita, C. Cardesa Puyal

Servicio de Investigación Agroalimentaria, Diputación General de Aragón, Apartado 727, 50080 Zaragoza, España

RESUMEN

Se han estudiado dos criterios para la determinación precoz de la homogeneidad de una variedad comercial de veza común (*Vicia sativa* L.), la ornamentación de los tegumentos de la semilla y las dimensiones de los foliolos de la primera hoja de la plántula. El estudio se ha llevado a cabo sobre semilla comercial de 21 variedades, en condiciones de secano y regadío en Zaragoza, durante dos años. Los resultados han puesto de manifiesto la heterogeneidad de 16 de las variedades respecto a uno o a ambos criterios. Se ha estimado que para determinar la homogeneidad de una variedad en plántula, el coeficiente de variación de la relación longitud/anchura del primer par de foliolos no debe sobrepasar el 13,8%.

Palabras clave: *Vicia sativa* L., Ornamentación de la semilla, Plántula, Cultivar.

SUMMARY

EARLY CHARACTERIZATION OF HOMOGENEITY IN COMMON VETCH CULTIVARS

Two approaches have been studied for the early determination of the homogeneity of common vetch cultivars (*Vicia sativa* L.), the ornamentation of the seed teguments and the dimensions of the leaflets of the first leaf on seedling. The study has been carried out on commercial seed from 21 varieties in both, rainfed and irrigated land conditions in Zaragoza for two years. Results proved the heterogeneity of 16 varieties with respect to one or both criteria. The maximum value of the variation coefficient of the length/width rate of the leaflets to determine when a variety is homogeneous on seedling was 13.8%.

Key words: *Vicia sativa* L., Seed ornamentation, Seedling, Varieties.

Introducción

La homogeneidad es una característica fundamental que deben mostrar las variedades comerciales en el momento de su venta (B.O.E., 1974). Dicha homogeneidad garantiza que todas las plantas de una misma variedad presenten características comunes

en lo que respecta a su morfología, dinámica de crecimiento, fecha de floración, composición química, etc.

El mantenimiento de la homogeneidad la llevan a cabo las Casas Comerciales de Semillas mediante la mejora de conservación, la cual tiene como finalidad asegurar el mantenimiento de las cualidades de la

variedad, desde su inscripción en el Registro de Variedades Protegidas hasta la venta al agricultor.

En el caso de la veza común mantener la homogeneidad es relativamente fácil, dado que es una planta autógama cuyo método de mejora habitual es la selección genealógica, mediante la cual se eligen plantas individuales sobresalientes que se multiplican durante varias generaciones hasta disponer de suficiente semilla para distribuir en el comercio. La impurificación de la variedad sólo puede provenir, por tanto, de mezclas no deseadas de semillas en el almacén o en el campo, o por cruzamientos esporádicos que pueden efectuar los insectos, estimados en un 1,1% de la semilla recolectada (DELGADO, 1975).

Cuando dicha impurificación tiene lugar, algunos caracteres distintivos presentes en la semilla y en la plántula pueden permitir su detección precoz (HYCKA, 1980; MOLINA, 1979). La semilla se caracteriza por presen-

tar un tegumento externo que puede estar o no ornamentado con diversas combinaciones de manchas y moteados de colores marrón o negro-azulado, las cuales se mantienen en la descendencia. Su tipificación fue llevada a cabo por TUPICOVA (1926) según se muestra en el cuadro 1.

En el estado de plántula, las variedades pueden diferenciarse por las dimensiones de los foliolos de los tres primeros pisos de las hojas, las cuales son bifoliadas y presentan una forma redondeada a alargada. Dichas dimensiones pueden variar notablemente con el medio cultural, pero su relación longitud/anchura es bastante estable (IANELLI y ZANNONE, 1964).

Conocer y describir dichos caracteres distintivos de la semilla y de la plántula puede ser de interés para el técnico, ya que contribuye a identificar la variedad y el grado de pureza que presenta lo mismo en el almacén que en el campo. El presente trabajo preten-

Cuadro 1. Caracterización de las diferentes formas de veza común por la ornamentación de los tegumentos externos, según TUPICOVA (1926)

Table 1. Characterization of the different forms of common vetch by the ornamentation of the external teguments according to TUPICOVA (1926)

Con manchas acusadas en el tegumento	Forma
Fondo salpicado de puntos color marrón y negro:	TYPICA
Fondo con punteado uniforme de color marrón:	AFFINIS
Fondo uniforme:	MACULATA
Sin manchas acusadas en el tegumento	
Fondo salpicado uniforme de puntos color marrón y negro:	VARIABILIS
Fondo salpicado de puntos dispersos de color negro:	PUNCTATA
Fondo con punteado fino de color marrón:	ATOMARIA
Fondo uniforme de color claro:	INMACULATA
Fondo uniforme de color negro:	NIGRA

de describir la ornamentación de los tegumentos de la semilla de las diferentes variedades comerciales disponibles en el mercado y determinar cuando la variabilidad de las dimensiones de los folíolos primarios de la plántula puede atribuirse a la misma variedad o la impurificación que ha sufrido durante el proceso de comercialización.

Material y métodos

El estudio se ha llevado a cabo sobre 21 variedades comerciales: 'Acisreina', 'Aitana', 'Albaflor', 'Albina', 'Alcaraz', 'Aneto', 'Armantes', 'Borda', 'Cumbre', 'Filón', 'Gravesa', 'Hifa', 'Libia', 'Neska', 'Primavessa', 'Senda', 'Serva', 'Topaze', 'Urgelba', 'Valor' y 'Vereda', durante las campañas 1997/8 y 1998/9. La semilla ensayada en cada campaña fue la disponible en el mercado y la proporcionaron las Casas Comerciales distribuidoras.

La ornamentación externa de los tegumentos se determinó en laboratorio, en ambas campañas, mediante la observación con lupa binocular de 100 semillas tomadas al azar, siguiendo la descripción presentada en el cuadro I.

La longitud y anchura de los folíolos se determinaron en 30 plántulas/variedad, tomadas de un ensayo comparativo de 21 variedades distribuidas en bloques al azar con tres repeticiones (10 plántulas/bloque). Los folíolos se midieron en el laboratorio por superposición de los mismos en papel milimetrado, considerando una precisión de 0,5 mm. En la campaña 1997/98, se midieron los folíolos del primer piso en dos ensayos comparativos de campo, uno establecido en condiciones de secano y otro en regadío, en las fincas experimentales del

Servicio de Investigación Agroalimentaria de Zuera (Zaragoza) y Zaragoza. En la campaña 1998/99, las medidas se tomaron a los dos primeros pisos de folíolos, pero solamente en condiciones de regadío.

Con las medidas obtenidas, se determinó la relación longitud/anchura. La significación de los diferentes parámetros analizados se realizó por el procedimiento ANOVA de análisis de la varianza y la comparación de medias por el test de la Mínima Diferencia Significativa, mediante el paquete estadístico SAS (SAS INSTITUTE, 1998).

La apreciación de la existencia de una gran variabilidad en la relación longitud/anchura dentro de algunas variedades, carácter a priori bastante estable (IANELLI y ZANNO, 1964), hizo aconsejable realizar un tercer experimento en la campaña 1998/99, para determinar cuál es el valor del coeficiente de variación de la relación longitud/anchura en variedades homogéneas con la precisión de medida utilizada, el papel milimetrado. Para ello, se procedió a obtener previamente semilla de una planta de las 21 variedades ensayadas en condiciones de aislamiento, con el fin de disponer de semilla totalmente homogénea que se utilizaría como testigo en el experimento.

El experimento consistió en sembrar 50 semillas de cada una de las 21 variedades ensayadas en los dos primeros experimentos (campañas 1997/98 y 1998/99), junto con los testigos obtenidos según se ha expuesto en el párrafo anterior, en condiciones homogéneas de medio. El medio consistió en una cajonera rellena de tierra, turba y arena a partes iguales, regada a capacidad de campo por aspersión. Se recogieron y midieron los folíolos del primer piso de las plántulas, llevando a cabo todas las mediciones una única persona.

Cuadro 2. Ornamentación de los tegumentos de la semilla y relación longitud/anchura del primer piso de folíolos de la plántula de 21 variedades de veza común, utilizando tres cosechas de semilla

Table 2. Seed teguments ornamentation and length/width rate of first stage folioles of the leaf on seedling from 21 common vetch cultivars of three seed crops

Cosecha de 1997			
Variedad	Ornamentación	R L/A	% CV
ACISREINA	76% Typica	7,5	37,9
AITANA	100% Typica	8,9	19,8
ALBAFLOR	100% Inmaculata	5,8	12,6
ALBINA	72% Inmaculata	8,8	21,6
ALCARAZ	100% Typica	5,4	18,8
ANETO	100% Typica	9,5	13
ARMANTES	96% Typica	5,1	20,8
BORDA	88% Typica	5,9	29,4
CUMBRE	86% Punctata	5,3	24,6
FILÓN	90% Variabilis	8,9	15,5
GRAVESA	78% Typica	8,6	26,2
HIFA	100% Typica	5,1	15,9
LIBIA	96% Typica	7,8	16,1
NESKA	92% Affinis	11,6	20,6
PRIMAVESA	100% Typica	6,3	30,6
SENDÁ	100% Affinis	8,9	8,3
SERVA	100% Typica	5,3	28,1
TOPAZE	98% Affinis	4,8	9,3
URGELBA	100% Typica	7,5	29,2
VALOR	100% Affinis	4,7	11,4
VEREDA	100% Typica	5,4	13,6
Media			20,16

Cosecha de 1998			
Variedad	Ornamentación	R L/A	% CV
ACISREINA	98% Typica	5,3	8,7
AITANA	100% Typica	9,8	26,5
ALBAFLOR	100% Inmaculata	4,9	13,6
ALBINA	90% Inmaculata	8,9	15,5
ALCARAZ	100% Typica	5,1	11,4
ANETO	98% Typica	10,1	9,1
ARMANTES	88% Typica	4,8	9
BORDA	82% Typica	8,6	44,5
CUMBRE	96% Punctata	5,1	12,2

Cuadro 2 (continuación)

FILÓN	100% Variabilis	9,3	16,1
GRAVESA	50% Typica	9,6	36,5
HIFA	100% Typica	5,3	15
LIBIA	100% Typica	8,2	14,2
NESKA	98% Affinis	12,1	18,3
PRIMAVESA	100% Typica	5,7	8,6
SENDA	100% Affinis	9,5	8
SERVA	98% Typica	5,1	29,3
TOPAZE	100% Affinis	4,7	8,7
URGELBA	100% Typica	5	12,8
VALOR	98% Affinis	4,8	13,8
VEREDA	100% Typica	5,4	17,8
Media			16,65

Semilla homogénea¹

Variedad	Ornamentación	R L/A	% CV
ACISREINA	100% Typica	5,6	6,8
AITANA	100% Typica	9,1	7,1
ALBAFLOR	100% Inmaculata	4,6	8,2
ALBINA	100% Inmaculata	8,7	10,9
ALCARAZ	100% Typica	5,1	8,6
ANETO	100% Typica	9,8	11,4
ARMANTES	100% Typica	4,2	7
BORDA	100% Typica	6,6	7,8
CUMBRE	100% Punctata	5,5	9,4
FILÓN	100% Variabilis	10,5	6,4
GRAVESA	100% Typica	10,1	9,6
HIFA	100% Typica	5,3	13,4
LIBIA	100% Typica	9,8	11,1
NESKA	100% Affinis	13,3	7,3
PRIMAVESA	100% Typica	5,5	6,9
SENDA	100% Affinis	10,3	11,1
SERVA	100% Typica	5,3	8,5
TOPAZE	100% Affinis	5,1	8,5
URGELBA	100% Typica	5,7	13,8
VALOR	100% Affinis	4,8	10,2
VEREDA	100% Typica	6,7	9,2
Media			9,2

R L/A = Relación longitud/anchura; CV = Coeficiente de variación; (1) Procedente de plantas cultivadas en aislamiento.

Resultados y discusión

Examinada la ornamentación de los tegumentos externos de la semilla de las 21 variedades ensayadas en las dos campañas, se apreció que trece variedades presentaban tegumentos de la forma TYPICA, cuatro de AFFINIS, dos de INMACULATA, una de PUNCTATA y una de VARIBILIS. De las 21 variedades, diez mostraron heterogeneidad en las ornamentaciones con porcentajes de contaminación que oscilaron entre el 50 y el 2% (cuadro 2). La mayor frecuencia de la forma TYPICA en la colección ya había sido puesta de manifiesto por MOLINA (1979) en un estudio efectuado sobre poblaciones locales de veza común. La heterogeneidad en la ornamentación de la semilla hace prever la existencia de heterogeneidad dentro de las variedades, ya que si no hay cruzamientos o mezclas, la ornamentación de la variedad debe corresponder a la misma forma.

Las dimensiones medias de longitud y anchura de los foliolos del primer piso, del conjunto de variedades ensayadas en 1997/98,

así como la media de su relación longitud/anchura, se presentan en el cuadro 3. No hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los dos foliolos del mismo piso de cada variedad, por lo que se ha utilizado como medida la media de ambos foliolos. Las longitudes medias oscilaron entre 13,7 y 20,7 mm; la anchura entre 2,5 y 4,6 mm y la relación longitud/anchura entre 3,64 y 8,12. En el análisis estadístico de las dimensiones se apreció que había diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) entre variedades, lo mismo en las dimensiones de la longitud y anchura de los foliolos del primer piso que en la relación longitud/anchura, pero no había diferencias significativas respecto a este último parámetro entre las anotaciones efectuadas en secano y regadío. La interacción variedad*localización fue altamente significativa ($P < 0,001$) debido a que las dimensiones de los foliolos de algunas variedades variaron en función del medio. De todo lo anterior se deduce que las dimensiones de los foliolos son una característica varietal que puede ser utilizada para diferenciar variedades y que las dimensiones de cada variedad se vieron

Cuadro 3. Dimensiones de los foliolos del primer piso de la plántula en 21 variedades de veza común, en condiciones de secano y regadío (campaña 1997/98)
Table 3. Dimensions of the first and second stages folioles on seedling in 21 common vetch cultivars in irrigated land (1997/98 period)

Campaña 1997/ 98	Longitud (mm)		Anchura (mm)		Relación long./anch.	
	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango
Regadío	16,0	13,7 - 20,3	3,4	2,5 - 4,3	4,99	3,77 - 7,94
Secano	16,6	14,5 - 20,7	3,5	2,7 - 4,6	5,00	3,64 - 8,12
Signif. variedad	***		***		***	
Signif. localización	***		***		NS	
Interacción	***		***		***	

(NS) $P > 0,05$; (***) $P < 0,001$.

influenciadas por las condiciones medioambientales de secano o regadío. La relación longitud/anchura fue, sin embargo, estable en ambos medios.

Las dimensiones de los folíolos del primer y segundo piso, que se tomaron en regadío en 1998/99, se presentan en el cuadro 4. Las dimensiones medias de la longitud oscilaron entre 15,3 y 25,9 mm; la anchura entre 2,6 y 5,1 mm y la relación longitud/anchura entre 3,61 y 9,02. Comparados los resultados de ambos pisos se apreciaron diferencias altamente significativas entre las longitudes y entre las anchuras de los folíolos ($P < 0,001$), pero no entre las relaciones longitud/anchura, la cual no fue significativa ($P > 0,05$). Todo ello indica que el tamaño de los folíolos varía según el piso, siendo mayores los del segundo piso, pero su relación longitud/anchura, según lo apuntado por IANELLI y ZANNONE (1964), es bastante estable, al igual que se había apreciado en la campaña anterior. La interacción variedad*piso sólo fue significativa ($P < 0,01$) en lo que respecta a la anchura de los folíolos.

Ello puede atribuirse a la mayor imprecisión de la medida de la anchura del folíolo con el papel milimetrado, ya que al ser los folíolos normalmente estrechos, es más difícil discernir sus diferencias entre los dos pisos.

Algunos descriptores de las variedades de veza utilizan para el Registro de Variedades el segundo piso de folíolos. Como en la campaña 1997/98 se midió el primer piso, el experimento realizado en 1998/99 tuvo por finalidad determinar si había diferencias entre ambos pisos. Al haberse comprobado que hay diferencias altamente significativas entre los dos pisos, la opción de medir uno u otro debe tomarse antes de iniciar los trabajos de identificación, aunque cualquiera de ellos puede servir para describir una variedad siempre que se realice la identificación sobre el mismo piso.

Al contrastar, con el tercer experimento, el grado de homogeneidad de los tegumentos de las semillas utilizadas en ambas campañas y los coeficientes de variación de la relación longitud/anchura de los folíolos del primer piso, se apreció que había diferen-

Cuadro 4. Dimensiones de los folíolos del primer piso de la plántula en 21 variedades de veza común, en condiciones de secano y regadío (campaña 1998/99)
Table 4. Dimensions of the first and second stages folioles on seedling in 21 common vetch cultivars in irrigated land (1998/99 period)

Campaña 1998/ 99	Longitud (mm)		Anchura (mm)		Relación long./anch.	
	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango
Primer piso	18,6	15,3 - 22,1	3,4	2,6 - 4,3	5,78	3,92 - 8,85
Segundo piso	21,5	17,5 - 25,9	4,0	3,0 - 5,1	5,78	3,61 - 9,02
Signif. variedad	***		***		***	
Signif. piso	***		***		NS	
Interacción	NS		**		NS	

(NS) $P > 0,05$; (**) $P < 0,01$; (***) $P < 0,001$.

cias notables entre variedades (cuadro 2). Un grupo de variedades que presentaba semilla homogénea tenía un coeficiente de variación de la relación longitud/anchura que oscilaba entre el 9,6% y el 17,0%; sin embargo, otro grupo de variedades que también presentaba semilla homogénea, el coeficiente de variación aumentaba entre el 20,0% y el 40,6%. Finalmente, las variedades que presentaban alguna heterogeneidad en la semilla también mostraban coeficientes de variación muy elevados, entre el 20,6% y el 33,5%. El coeficiente de variación de la relación longitud/anchura de los testigos (tercer experimento) varió, sin embargo, entre el 6,8% y el 13,8%, siendo la media del 9,2%.

Aplicando los valores de los testigos a la relación de variedades ensayadas en las campañas 1997/8 y 1998/9, se puede apreciar que aquéllas que tuvieron algún grado de heterogeneidad en la semilla (superior al 5%) presentaron coeficientes de variación en la rela-

ción longitud/anchura superiores al 13,8%. De las 12 variedades que muestran semilla homogénea en ambas campañas (cuadro 2), siete de ellas presentaron valores superiores al 13,8% en una o en ambas, lo que hace pensar que la selección o al menos la mejora de conservación que se realizó en aquéllas, se basó principalmente en criterios de homogeneidad de la semilla y no en una selección de planta a parcela. Las cinco variedades que presentaron conjuntamente total homogeneidad en semilla y en plántula fueron: 'Albaflores', 'Aneto', 'Senda', 'Topaze' y 'Valor'.

La comparación global de las mediciones efectuadas en los diferentes ensayos se presenta en el cuadro 5. En él se aprecia una variabilidad altamente significativa ($P < 0,001$) de la longitud y anchura de los folíolos y de la relación longitud/anchura en función del año y/o del medio cultural utilizado. El rango de variación de la longitud de los folíolos fue entre 16,0 y 23,4 mm según campañas y medios; la anchura de los folíolos varió entre

Cuadro 5. Dimensiones de los folíolos del primer piso de la plántula. Medidas obtenidas en 21 variedades de veza común, en diferentes fechas y localizaciones
Table 5. Dimensions of the first stages folioles on seedling. Average obtained on 21 common vetch cultivars, in irrigated land

	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Relación long./anch.
Campaña 1997/98			
Regadío	15,99 d	3,39 c	4,99 c
Secano	16,59 c	3,54 ab	5,00 c
Campaña 1998/99. Campo			
Regadío	18,68 b	3,44 bc	5,79 b
Campaña 1998/99. Cajonera			
Semilla campaña 1997/98	23,39 a	3,57 a	7,00 a
Semilla campaña 1998/99	23,31 a	3,62 a	7,02 a
Signif. fecha/localización	***	***	***

(NS) $P > 0,05$; (**) $P < 0,01$; (***) $P < 0,001$.

3,4 mm y 3.6 mm y la relación longitud/anchura entre 5,0 y 7,0. Este incremento de dos puntos en la relación longitud/anchura, entre secano y la cajonera puede haber sido consecuencia de la diferente precisión de la medida con la que se efectuaron las mediciones de longitud y anchura de los foliolos al variar el tamaño de los mismos como consecuencia del medio. Los foliolos incrementaron notablemente su tamaño en la cajonera respecto del secano. El error pudo ser mayor midiendo las anchuras que las longitudes, sobre todo cuando ambas dimensiones se agrandaron. Este error se arrastraría en el cálculo de la relación longitud/anchura, lo que dio lugar a valores más elevados en dicha relación.

Conclusiones

Los resultados obtenidos sugieren que la primera apreciación de la homogeneidad de una variedad puede obtenerse mediante la observación de las ornamentaciones de la semilla. Este criterio, no obstante, no es concluyente ya que algunas variedades con homogeneidad en la semilla presentan plántulas con foliolos de formas diferentes. Ello podría ser debido a que la selección inicial o la mejora de conservación se realizó por selección masal, aplicando el criterio de homogeneidad de las ornamentaciones de la semilla.

Por ello se sugiere un segundo criterio para determinar la homogeneidad de las variedades, que es la utilización de las dimensiones de los foliolos del primer piso de las plántulas. Se establecería como criterio de heterogeneidad que el coeficiente de variación de la relación longitud/anchura fuera superior al 13,8%, medidos los foliolos con un papel milimetrado y una precisión en la medida de 0,5 mm.

Con ambos criterios se puede determinar con bastante exactitud la homogeneidad o heterogeneidad de una variedad, aunque podría darse el caso poco probable de que todavía hubiera semillas mezcladas con la misma ornamentación y dimensiones de los foliolos.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración técnica de D. Juan Angel Tanco Salaverri y a AGROSEGURO S.A. su colaboración económica para la realización de este estudio.

Bibliografía

- B.O.E., 1974. Reglamento General del Registro de Variedades Comerciales. Boletín Oficial del Estado n.º 12 de 14 de enero, 745.
- DELGADO L., 1975. Informe anual de actividades de la beca concedida para formación de personal especializado. Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, 47 pp.
- HYCKA M., 1980. Veza común, su cultivo y utilización (3ª edición). Ed. Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza. 86 pp.
- IANNELLI P., ZANNONE L., 1964. Caratteri morfologici della plantula atti a definire le specie di Vicia per coltura da foraggio. Genetica Agraria, XIX, 159-175.
- MOLINA J.A., 1979. La variabilidad de la veza común (Vicia sativa L.) como base de su mejora genética. Pastos, 9 (I), 85-107.
- SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM), 1998. User's guide. Versión 6.12. ed. SAS Institute Inc. Cary, USA.
- TUPICOVA A.J., 1926. Investigaciones botánico-agronómicas de las vezas anuales (en ruso, traducción de M. Hycka). Bulletin of Applied Botanical Genetics on Plant Breeding, Leningrad 16/1, 151-243.

(Aceptado para publicación el 24 de enero de 2001)

PREMIOS DE PRENSA AGRARIA 2001 DE LA ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO

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

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

Los premios se registrarán de acuerdo a las siguientes

BASES

1. Podrán concursar todos los artículos que versen sobre cualquier tema técnico-económico-agrario.
2. Los artículos que podrán acceder a los premios serán todos aquellos que se publiquen en ITEA en el año 2001. Consecuentemente, los originales deberán ser enviados de acuerdo con las normas de ITEA y aprobados por su Comité de Redacción.
3. El jurado estará constituido por las siguientes personas:
 - a) Presidente de AIDA, que presidirá el jurado.
 - b) Director de la revista ITEA, que actuará de Secretario.
 - c) Jefe del Servicio de Investigación Agroalimentaria de Zaragoza (Diputación General de Aragón).
 - d) Director del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
 - e) Director de la Estación Experimental de Aula Dei.
4. Los premios serán anuales y con una dotación de 50.000 ptas. cada uno.
5. Las deliberaciones del jurado serán secretas, y su fallo inapelable.
6. El fallo del jurado se dará a conocer en la revista ITEA, y la entrega del premio se realizará con motivo de la celebración de las Jornadas de Estudio de AIDA.



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

CIHEAM/IAMZ - Cursos 2000-01-02

CIHEAM

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	*MEJORA GENÉTICA VEGETAL	2 Oct. 00/8 Jun. 01	Zaragoza	IAMZ
	MANEJO DE PLANTACIONES DE OLIVO EN CONDICIONES DE SECAÑO: NUEVAS PERSPECTIVAS. Programa en francés e inglés	22 Ene./2 Feb. 01	Slax	IAMZ/Institut de l'Olivier/COI
	BIOINFORMÁTICA: UTILIZACIÓN DE BASES DE DATOS GENÉTICOS EN MEJORA VEGETAL (Programa en inglés)	17-21 Sep. 01	Zaragoza	IAMZ
	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	Oct. 01/Mayo 02	Córdoba	UCO/CAP-JA/CSIC/INIA/COI/IAMZ
	VIVEROS Y PRODUCCIÓN DE PLANTA FORESTAL PARA CONDICIONES MEDITERRÁNEAS	19-30 Nov. 01	Guadalajara	IAMZ/CNMF
	SISTEMAS DE APOYO A LA DECISIÓN EN AGRONOMÍA: MODELIZACIÓN	14-25 Ene. 02	Zaragoza	IAMZ
	AGRICULTURA SOSTENIBLE: GESTIÓN DEL AGUA EN LA AGRICULTURA DE ZONAS SEMIÁRIDAS	11-22 Mar. 02	Zaragoza	IAMZ
	ELECCIÓN DE CULTIVOS EN CONDICIONES DE SECAÑO MEDITERRÁNEAS. CRITERIOS TÉCNICOS Y SOCIOECONÓMICOS	6-17 Abr. 02	Argel	IAMZ/ITGC
	DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE ENFERMEDADES DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS Y DE GRANO ADAPTADAS A CONDICIONES MEDITERRÁNEAS	6-17 Mayo 02	Córdoba	IAMZ/IAS/CLIMA
	GESTIÓN DE RIESGOS EN LA AGRICULTURA MEDITERRÁNEA: SEGUROS AGRARIOS	10-14 Jun. 02	Zaragoza	IAMZ/EESA
PRODUCCIÓN ANIMAL	*PRODUCCIÓN CAPRINA	6-17 Nov. 00	Murcia	IAMZ/CMAAA-RM
	PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DE CAMPAÑAS DE SANEAMIENTO GANADERO	11-15 Dic. 00	Zaragoza	IAMZ/FAO
	REQUISITOS DE CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE RUMIANTES PARA SU COMERCIALIZACIÓN	15-26 Ene. 01	Zaragoza	IAMZ
	PRINCIPIOS ESTADÍSTICOS EN EXPERIMENTOS DE PRODUCCIÓN ANIMAL: HACIA UNA MEJOR COMPRENSIÓN Y APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS MODERNOS	19-23 Feb. 01	Zaragoza	IAMZ
	TÉCNICAS MOLECULARES EN MEJORA GENÉTICA ANIMAL (Programa en inglés)	5-16 Mar. 01	León	IAMZ/Univ. León
	PROGRAMAS DE MEJORA GENÉTICA DE PECES PARA ACUICULTURA	2-6 Abr. 01	Zaragoza	IAMZ/FAO
	OPTIMIZACIÓN DEL USO DE RECURSOS FORRAJEROS LOCALES CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES EN ÁREAS MEDITERRÁNEAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS (Programa en inglés)	12-23 Mayo 01	El Cairo	IAMZ/DRC
	ACUICULTURA MEDITERRÁNEA: CULTIVO EN MAR ABIERTO	28 Mayo/1 Jun. 01	Zaragoza	IAMZ/FAO
	*PRODUCCIÓN ANIMAL	1 Oct. 01/7 Jun. 02	Zaragoza	IAMZ
	MEJORA DE LA PRODUCCIÓN DEL DROMEDARIO	18 Feb./1 Mar. 02	Rabat	IAV Hassan II/IAMZ
	PRODUCCIÓN DE MOLUSCOS EN EL MEDITERRÁNEO	18-22 Mar. 02	Marruecos	IAMZ/INRH/FAO

(*) Cursos de Especialización Postuniversitaria del correspondiente Programa Master of Science. Se desarrollan cada dos años:

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 00-01; 02-03; 04-05
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 01-02; 03-04; 05-06
- PRODUCCIÓN ANIMAL: 01-02; 03-04; 05-06
- ACUICULTURA: 03-04 (a confirmar)
- ORDENACIÓN RURAL EN FUNCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 00-01; 02-03; 04-05
- MARKETING AGROALIMENTARIO: 01-02; 03-04; 05-06

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	MODELIZACION DE ESTRATEGIAS DE GESTION DE PESQUERIAS EN EL MEDITERRANEO	18-22 Sep. 00	Fuengirola	IAMZ/IEO/FAO-COPEMED
	CAMBIO CLIMATICO: EFECTOS SOBRE LA AGRICULTURA EN LA REGION MEDITERRANEA	25-29 Sep. 00	Zaragoza	IAMZ/RICAMARE
	*ORDENACION RURAL EN FUNCION DEL MEDIO AMBIENTE	2 Oct. 00/8 Jun. 01	Zaragoza	IAMZ
	ECONOMIA DE LOS RECURSOS NATURALES	12-23 Mar. 01	Zaragoza	IAMZ
	ESTRATEGIAS DE GESTION PARA MITIGAR LOS EFECTOS DE LA SEQUIA EN LA REGION MEDITERRANEA: SEGUIMIENTO, ANALISIS DE RIESGOS Y PLANES DE EMERGENCIA. Programa en francés o inglés	21-26 Mayo 01	Rabat	IAMZ/IAV Hassan II
	INCENDIOS FORESTALES: INVESTIGACION DE CAUSAS Y NUEVAS TECNOLOGIAS PARA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN	15-26 Oct. 01	Zaragoza	IAMZ/MMA/FAO
	GESTION Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS PISCICOLAS EN AGUAS CONTINENTALES DE LOS PAISES MEDITERRANEOS	12-16 Nov. 01	Zaragoza	IAMZ
	FUENTES ALTERNATIVAS DE AGUA PARA REGADIO: INFLUENCIA DE LOS FACTORES ECONOMICOS	10-14 Dic. 01	Zaragoza	IAMZ
	LA PREDICCIÓN METEOROLOGICA Y SU APLICACION A LA GESTION AGRICOLA SOSTENIBLE EN LA REGION MEDITERRANEA	19-23 Ene. 02	El Cairo	IAMZ/CLAC-ARC
	MEJORA DE HABITATS PARA LA GESTION DE RECURSOS CINEGETICOS	18-22 Feb. 02	Zaragoza	IAMZ
	RIOS Y RIBERAS DE REGIMEN MEDITERRANEO Y SU GESTION	8-19 Abr. 02	Zaragoza	IAMZ
	GESTION, RESTAURACION Y APLICACIONES DE LOS HUMEDALES	13-24 Mayo 02	Zaragoza	IAMZ
COMERCIALIZACIÓN	GESTION DE LA CALIDAD. NUEVOS CONCEPTOS Y SU APLICACION EN EL MARKETING AGROALIMENTARIO	16-27 Oct. 00	Zaragoza	IAMZ
	LA LOGISTICA AGROALIMENTARIA MODERNA. ADAPTACION ESTRATEGICA FRENTE A LOS CAMBIOS DEL MERCADO	20-24 Nov. 00	Zaragoza	IAMZ
	LA ORGANIZACION MUNDIAL DEL COMERCIO Y SU IMPACTO EN EL MARKETING INTERNACIONAL AGROALIMENTARIO	5-9 Feb. 01	Zaragoza	IAMZ/OMC
	MARKETING DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN FRESCO	7-18 Mayo 01	Zaragoza	IAMZ
	EL COMERCIO ELECTRONICO. IMPACTO Y DESARROLLO FUTURO EN LA COMERCIALIZACION AGROALIMENTARIA	11-15 Jun. 01	Zaragoza	IAMZ
	*MARKETING AGROALIMENTARIO	1 Oct. 01/7 Jun. 02	Zaragoza	IAMZ

Se destinan primordialmente a titulados superiores en vías de especialización postuniversitaria. No obstante se estructuran en ciclos independientes para facilitar la asistencia de profesionales interesados en aspectos parciales del programa. Los participantes que cumplan los requisitos académicos pueden optar a la realización del 2º año para la obtención del Título Master of Science. El plazo de inscripción para el curso de Olivicultura y Elaiotecnía finaliza el 15 de Abril de 2001. El plazo de inscripción para los cursos de Producción Animal y Marketing Agroalimentario finaliza el 15 de Mayo 2001. El plazo de inscripción para los cursos de Mejora Genética Vegetal, Ordenación Rural en Función del Medio Ambiente y Acuicultura finaliza el 15 de Mayo 2002.

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

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

Para mayor información dirigirse a:
Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza

Apartado 202 - 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)
Teléfono 976 716000 - Fax 976 716001 - e-mail iamz@iamz.ciheam.org
Web <http://www.iamz.ciheam.org>

En la página Web se proporciona información sobre los cursos programados y se facilita el formulario de inscripción:

<http://www.iamz.ciheam.org>

INSCRIPCIÓN EN AIDA

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

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

Apellidos Nombre

Dirección postal

Teléfono

Profesión..... Empresa de trabajo

Área en que desarrolla su actividad profesional

CUOTA ANNUALE: _____ Firma: _____

☐ Sólo una Serie de ITEA { ☐ P. Animal
☐ P. Vegetal } 4.000 ptas. ó 24 €

└ Ambas Series 5.500 ptas. ó 33 €

FORMA DE PAGO:

☐ Cargo a cuenta corriente o libreta ☐ Cargo a tarjeta☐ Cheque bancario

Tarieta número:

☐ VISA
☐ MASTERCARD

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

Fecha de caducidad: /

SR. DIRECTOR DE

Muy Sr. mío:

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

Atentamente,

Firmado:

BANCO O CAJA DE AHORROS:

SUCURSAL:

DIRECCIÓN CALLE/PLAZA: N.º

CÓDIGO POSTAL:

POBLACIÓN:

INFORMACIÓN PARA AUTORES

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

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

CONDICIONES GENERALES

Los artículos, en castellano, serán enviados por triplicado a:

Sr. Director de la Revista ITEA - Apartado 727 - 50080 ZARAGOZA

RECOMENDACIONES EN LA PREPARACIÓN DE LOS ORIGINALES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

- (1) HERRERO J., TABUENCA, M.C., 1966. Épocas de floración de variedades de hueso y pepita. An. Aula Dei, 8 (1), 154-167.
- (2) STELL, R.G.D., Y TORRIE, J.H. 1986. Bioestadística: principios y procedimientos (segunda edición) 622 pp. Ed. McGraw-Hill. México.
- (3) GAMBORG O.L., 1984. Plant cell cultures: nutrition and media, pp. 18-26. En: Cell Culture and Somatic Cell Genetics of Plants. Vol. 1, I.K. Vasil (Ed.), 825 pp. Ed. Academic Press, Orlando (EEUU).
- (4) ANGEL I., 1972. The use of fasciculate form (determinate habit) in the breeding of new Hungarian pepper varieties. Third Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum, 17-24, Universidad de Turín (Italia).

ITEA

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

AÑO XXXII (2001), Vol. 97V N.º 1

ÍNDICE

	Página
BELÉN IRÁIZOZ, MANUEL RAPÚN, IDOIA ZABALETA.- Eficiencia técnica y costes de producción en viticultura	5
P. MARTÍNEZ-GÓMEZ, M. RUBIO, F. DICENTA.- Comportamiento <i>in vivo</i> e <i>in vitro</i> de variedades de albaricoquero frente al plum pox potyvirus (sharka)	18
M.A. SANZ, A. BLANCO, E. MONGE, J. VAL.- Caracterización de la deficiencia de calcio en plantas de tomate utilizando parámetros fisiológicos	26
M.ª ÁNGELES FERNÁNDEZ, M.ª DOLORES DE MIGUEL, PEDRO CABALLERO.- La posición competitiva y las posibles modificaciones en la producción de la uva de mesa en Alicante ..	39
F.J. BLEDA FERNÁNDEZ, R. MADRID VICENTE, A. GARCÍA LIDÓN, I. MATEO BERNAL, P. GÓMEZ LÓPEZ, I. PORRAS CASTILLO.- Fluorescencia de clorofila <i>in vivo</i> en patrones de cítricos y sus combinaciones bajo condiciones de estrés salino	52
M.R. MORALES, S.A. CORDERO, M.C. CRESPO.- Selección de alfalfa "Tierra de Campos" para pastoreo y para siega incorporando identificación mediante homocigosis para un <i>locus</i> isoenzimático	60
I. DELGADO ENGUITA, C. CARDESA PUYAL.- Caracterización precoz de la homogeneidad en variedades comerciales de veza común	73