ISSN: 1130-6017

ITEA

PRODUCCIÓN VEGETAL

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

2000 – Vol. 96V N.º 1



I T E A

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

2000 - AÑO XXXI Vol. 96V N.º 1	**DIRECCIÓN Y REDACCIÓN** Montañana, 176 - Apartado 727 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA) Tel.: 34-976 576311 Fax.: 34-976 575501 E-mail: enotivol@aragob.es andreu@eead.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
SECRETARIOS: 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 Socias 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 Albertí Lasalle
Dunixi Gabiña Iturriaga

El coste de ITEA en 1999 ha ascendido a 2.218.949 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 2000 se publicarán los volúmenes 96A y 96V correspondientes a las series Producción Animal y Producción Vegetal.

El precio de la suscripción para 2000 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 1999

AUTOR Y TÍTULO	Rev. n.º	Pág.
M.V. ANDRÉS, J. RODRÍGUEZ-NAVARRO, J.M. DURÁN: *Caracterización floral de diecinueve clones de albaricoquero (Prunus armeniaca L.)* ...	95V-2	179
M.V. ANDRÉS, J. RODRÍGUEZ, J.M. DURÁN: *Características varietales de clones de albaricoquero (Prunus armeniaca L.) cultivados en el Levante español* ...	95V-3	247
M. ARRIAZA, P. RUIZ: *Determinación de indicadores de agricultores con renta agraria exclusiva en Andalucía*	95V-1	21
J. ASCASIBAR ERRASTI, F. SAU SAU, S. PEREIRA LORENZO: *La fruticultura de pepita en Galicia: estructura productiva, mercado y costos de producción* ...	95V-2	189
M.J. BERENGUER MERELO, J.M. FACI GONZÁLEZ: *Respuesta del sorgo al déficit hídrico en invernadero, I. Fenología, consumo de agua en los procesos de evapotranspiración y transpiración, y rendimientos* ...	95V-1	41
M.J. BERENGUER MERELO, J.M. FACI GONZÁLEZ: *Respuesta del sorgo al déficit hídrico en invernadero, II. Características fisiológicas y morfológicas* ...	95V-1	67
M. BORONAT, R. MADRID, C. EGEA, I. COLLADOS: *Evolución del color del fruto en variedades de pimiento pimentonero. Influencia de la deficiencia en potasio* ...	95V-2	125
E. CARCELÉN FERNÁNDEZ: *Comportamiento del frambueso en plantación experimental: producción y periodo productivo* ...	95V-1	7
A. CHAVES, J. FERNÁNDEZ LOZANO, J.C. LIMONGELLI, A. MUGRIDGE: *Conservación frigorífica de plantas de apio (Apium Graveolens L.) utilizando películas biodegradables y biodesintegrables* ...	95V-1	93
J.A. DE JUAN VALERO, C. FABEIRO CORTÉS, F.J. MARTÍN DE SANTA OLALLA MAÑAS, H. LÓPEZ CÓRCOLES: *Efecto del déficit de suministro de agua en el rendimiento y en la calidad de un cultivo de maíz dulce* ...	95V-3	218
J. DIMAS LÓPEZ-MTZ., J. GUERRERO ALVARADO: *Contenido de humedad del suelo para decidir la siembra en agricultura de zonas áridas*	95V-2	136
A.J. FELIPE, R. SOCIAS I COMPANY, J. GÓMEZ APARISI: *El concepto del ideotipo en la mejora de patrones para el almendro* ...	95V-3	209
E. GUTIÉRREZ D.R., H. FRAGA P: *Comparación de respuestas de tres modelos de estabilidad aplicados a nueve genótipos de trigo (Triticum Aestivum L.) en cuatro ambientes de México* ...	95V-1	31
I. IGLESIAS, J. GAELL, G. ECHEVARRÍA, M. VENDRELL: *Efecto del riego refrescante por aspersión en la mejora del color y de la calidad en manzanas CV. 'Topred Delicious'* ...	95V-3	267
R. MANCILLA Y DÍAZ INFANTE: *Aplicación de ácido giberélico y anillado en uva de mesa 'Ruby seedless'* ...	95V-3	241

J.F. Ortega, J.A. de Juan, J.M. Tarjuelo, R. Merino:
Modelo de ayuda a la toma de decisiones sobre el manejo del agua de riego. Aplicación al análisis de la agricultura de regadío en la vega del Tajo (Toledo) 95V-2 149

M. Sanz, J. Machín:
Aplicación del análisis floral al pronóstico y diagnóstico del bitter pit. 95V-2 118

R. Socias i Company, A.J. Felipe:
Blanquerna, Cambra y Felisia. Tres nuevos cultivares autógamos de almendro 95V-2 111

RELACIÓN DE ARTÍCULOS PUBLICADOS EN ITEA (PRODUCCIÓN ANIMAL) DURANTE 1999

AUTOR Y TÍTULO	Rev. n.º	Pág.
M.J. ALCALDE, C. SAÑUDO, J.C. OSORIO, J.L. OLLETA, I. SIERRA: *Evaluación de la calidad de la canal y de la carne en canales ovinas ligeras del tipo comercial "Ternasco"*	95A-1	49
S. ALMERÍA, J. URIARTE: *Papel de las heces bovinas como reservorio de las poblaciones larvarias de nematodos gastrointestinales antes de su migración al pasto*	95A-3	209
D. BABOT, J.L. NOGUERA, L. ALFONSO, J. ESTANY: *Diferencias genéticas entre grupos de importación en cuatro líneas de porcino españolas*	95A-3	259
A. BARROSO, S. DUNNER, J. CAÑÓN: *Polimorfismo genético de las lactoproteínas de los rumiantes domésticos - revisión*	95A-2	143
A. BLASCO, L. VARONA: *Ajuste y comparación de curvas de crecimiento*	95A-2	131
G. BIANCHI, G. GARIBOTTO, G. OLIVEIRA, O. BENTANCUR, A. CASARETTO, D. CASTELLS, M. PLATERO, J. NIN, J. MORROS: *Cruzamientos terminales sobre ovejas Corriedale en el Uruguay, 1. Velocidad de crecimiento, grado de terminación y dimensiones del M. Longissimus dorsi en corderos livianos y pesados*	95A-3	234
A. DAZA, M. GLEZ GUTIÉRREZ-BARQUÍN, J. RIOPÉREZ: *Efecto del sexo, posición de amamantamiento y peso inicial de los lechones sobre la evolución de su ganancia diaria y mortalidad durante la lactación*	95A-3	282
A. DAZA, I. OVEJERO: *Efecto del sexo y de la homogeneidad del grupo sobre los índices técnicos de cerdos al comienzo de la fase de crecimiento*	95A-3	292
M. DEL POZO, I.A. WRIGHT, P. COLGROVE, T. WHYTE: *Rendimiento animal y dinámica vegetal en praderas de raigrás inglés/trébol blanco pastadas por cabritos cachemir a diferentes alturas de pasto*	95A-2	119
G. GARIBOTTO, G. BIANCHI, G. OLIVEIRA, J. FRANCO, O. BENTANCUR, M. PLATERO, J. NIN, J. MORROS: *Cruzamientos terminales sobre ovejas Corriedale en el Uruguay, 2. Peso, composición y calidad de canales en corderos sacrificados a los 145 días de edad*	95A-3	248
A. GONZÁLEZ DE BULNES, J. SANTIAGO MORENO, A. GÓMEZ BRUNET, A. LÓPEZ SEBASTIÁN: *Exploración y visualización de las estructuras ováricas en la oveja mediante ultrasonografía transrectal*	95A-3	221
J.A. MENDIZABAL, A. PURROY, A. ARANA, B. SORET, P. EGUINOA: *Tamaño de los adipocitos y actividad enzimática lipogénica en toros de Lidia.*	95A-1	7
M.ª J. MILLÁN, G. CAJA: *Análisis comparado de las características estructurales de las explotaciones ovinas catalanas y españolas*	95A-1	33

M.ª J. Milán, G. Caja:
Caracterización estructural de las explotaciones ovinas en raza ripollesa en Cataluña 95A-2 91

A. Moreno, M. Rico, N. Vandenberghe, V. Rueda, A.L. Ceular:
Estructura productiva de las explotaciones de vacas nodrizas en Galicia 95A-1 65

K. Osoro, E. Fernández Prieto, R. Celaya, G. Noval, L. Alonso, P. Castro:
Respuesta productiva de dos razas de ganado vacuno manejadas en dos cubiertas vegetales de montaña 95A-2 188

H.R. Pagliaricci, A.E. Ohanian, C.D. Grivel, D.M. Rossi, T.W. Pereyra:
Producción de carne bovina con diferentes cargas ganaderas en praderas en la Pampa subhúmeda Argentina. I. Indicadores productivos 95A-3 271

M. Quintana Sossa, J.L. páez, O. Acosta, O. Torres, G. Ossa, E. Gutiérrez:
Translocación cromosómica 1/29, su alta frecuencia en bovinos Romosinuanos y sus efectos en la reproducción 95A-2 109

G. Salcedo:
Efecto de la suplementación con ensilado de maíz sobre la producción y calidad de la leche de vacas frisonas alimentadas en base a pasto 95A-1 17

L. Torrano, J. Valderrábano:
Necesidades energéticas de mantenimiento y dinámica de los depósitos adiposos en cabras blanca celtibérica 95A-2 180

ITEA (2000), Vol. 96V N.° 1, 7-18

VALORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DRIS Y DOP A LO LARGO DEL CICLO VEGETATIVO DEL MELOCOTONERO

Manuel Sanz

Estación Experimental de Aula Dei (CSIC) Departamento de Nutrición Vegetal, Apartado 202, 50080 Zaragoza, España

RESUMEN

En este trabajo se aplican las normas DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) y DOP (Deviation from Optimum Percentage) para la interpretación del estado nutricional del melocotonero (*Prunus persica* L. Batsch) en cualquier momento de su ciclo vegetativo. El sistema DRIS basado en relaciones nutricionales en forma de cocientes, establece un orden correcto de limitación a la nutrición del cultivo de los elementos nutricionales considerados (N, P, K, Ca y Mg), exclusivamente cuando en su cálculo se utilizan los valores de referencia y los coeficientes de variación correspondientes a la época del muestreo. Esto demuestra que el sistema DRIS no es intemporal, pues requiere para su aplicación correcta el empleo de valores de referencia y coeficientes de variación coincidentes temporalmente con la muestra problema. El sistema DRIS que utiliza relaciones nutricionales en forma de productos no establece un orden de limitaciones o requerimientos correcto para los elementos considerados. Las interpretaciones conseguidas por el sistema DOP coinciden con las del sistema DRIS en lo que estas alcanzan, dando además una más amplia y valiosa información de fácil manejo informático en su aplicación e interpretación.

Palabras clave: DRIS, DOP, Diagnóstico nutricional, Interpretación análisis, Melocotonero.

ABSTRACT

EVALUATION OF DRIS AND DOP SYSTEMS ALONG GROWING SEASON OF THE PEACH TREE

The DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) and DOP (Deviation from Optimum Percentage) are applied to interpret the nutritional state of the peach tree (*Prunus persica* L. Batsch) at different times during its vegetative cycle. The DRIS which uses nutritional relations in the form of ratios, only established a correct order of the nutritional elements considered (N, P, K, Ca, and Mg) when the corresponding reference values and coefficients of variation the sampling season were used, and thus appears to be time dependant. The DRIS that uses nutritional relations in the form of products did not establish a correct order of limitations for the considered elements. The interpretations obtained by the DOP system coincided with the DRIS and also provide more valuable and extensive information that is easily applied and interpreted by computer.

Key words: DRIS, DOP, Nutritional diagnosis, Peach tree, Analysis interpretation.

Introducción

Establecer un diagnóstico nutricional y tratamiento basados en el análisis vegetal presenta ciertas dificultades en el manejo de grandes poblaciones de datos. En los laboratorios dedicados al diagnóstico químico vegetal, los métodos clásicos de interpretación (niveles o rangos de suficiencia, equilibrios binarios o terciarios, valores críticos, alimentación global, etc.) obligan a un manejo individualizado de cada muestra y resultado analítico.

El sistema DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System) ha posibilitado, con ciertas limitaciones, el manejo informático de interpretaciones. No obstante, ya que este sistema solo resuelve el aspecto cualitativo de la nutrición vegetal y sus índices numéricos no permiten una interpretación cuantitativa, sirve únicamente para establecer un orden de limitación de nutrientes y obliga al usuario a manejar "artesanalmente" el conjunto de resultados analíticos de cada muestra (JONES *et al.*, 1991).

Efectivamente, como quedó demostrado en un trabajo anterior (MONTAÑES *et al.*, 1993), al tener que sumar cero los índices DRIS de los elementos que se consideran en cada caso, cuando interpretamos resultados de muestras sobrealimentadas en todos o en una mayoría de nutrientes, se da la paradoja de que presentan índices negativos a pesar de estar en exceso. Ante la situación inversa, es decir una muestra mayoritariamente deficiente, ocurre lo contrario: la aparición de índices positivos para elementos en concentración por debajo de su valor de referencia.

Ya señala BEVERLY (1991) que un índice DRIS negativo no representa necesariamente una deficiencia, ya que el valor de estos índices no tiene un significado intrínseco. Esto no limita las posibilidades de la metodología DRIS para establecer un orden de limitación o requerimientos de nutrientes en un cultivo, pero no llega a definir su cuantificación, ni cuando se trata de un exceso ni de un déficit, lo que imposibilita su tratamiento informático al tener que recurrir a cualquier otro método para averiguar si las limitaciones, encontradas por el sistema DRIS, lo son por exceso o defecto y su cuantificación.

El sistema DOP (Deviation from Optimum Percentage) (MONTAÑES *et al.*, 1993) por una vía de cálculo mucho más sencilla, puede llegar a las mismas conclusiones interpretativas que el DRIS en lo que respecta a fijar el mismo orden de limitación de nutrientes aun cuando no sea este su objetivo, pero al ser sus índices numéricos indicadores de la situaciones de déficit o exceso (signo - ó +) y su valor absoluto cuantificador del posible desarreglo nutricional, permite la total informatización de la emisión de un diagnóstico bajo los aspectos cuantitativos y cualitativos de la nutrición. En la referida publicación fueron contemplados datos de cultivos tan diversos como melocotonero, soja, trigo, sorgo, trébol, maíz y chopo.

Para un funcionamiento correcto del sistema DOP se requiere que los valores óptimos de referencia, a utilizar en sus cálculos, se hayan obtenido teniendo en cuenta la influencia del equilibrio necesario entre nutrientes. De esta manera, aunque los cálculos finales de obtención de los índices no tengan en cuenta la interrelación entre elementos a considerar, los equilibrios nutricionales los introduce en el sistema la propia composición de los óptimos de referencia. En general los métodos de obtención de óptimos tienen en cuenta los equilibrios entre nutrientes y posteriormen-

te se propondrá un procedimiento de obtención de valores óptimos de referencia que nos merece una especial confianza (RECALDE, 1965).

No obstante esa coincidencia en establecer, los dos métodos (DRIS y DOP), el mismo índice de limitación de nutrientes no es lo que valida el método DOP, es simplemente un intento de aprovechar la amplísima experiencia acumulada por el método DRIS en todo el mundo. Y no la valida porque la información que el DRIS emana, de una forma especialmente enrevesada en su cálculo, es de dudosa validez.

Ilustrándonos en el ejemplo de una muestra problema, incluida en este trabajo, que presenta una interpretación DRIS de "Mg>Ca>K>N>P" y que se corresponde con una fórmula de interpretación DOP de -51Mg, -51Ca, -9K, +18N, +35P, ocurre que el sistema DRIS está interpretando que un déficit de índice 9 de K según DOP (ligera discordancia con el óptimo considerado por cualquier método de interpretación) es más limitante que un exceso de 35 de P según DOP (importante desviación del óptimo por exceso en cualquier método interpretativo). Parece en principio una afirmación gratuita no demostrada.

Por esto hemos de insistir en que aún cuando la presentación del DOP (MONTAÑÉS *et al.*, 1993) se realizó en comparación con el DRIS por la amplia difusión de este método, no es que el DOP pretenda concluir el orden de limitación de nutrientes en las interpretaciones que realiza (cosa innecesaria a nuestro entender), sino en cuantificar y calificar (déficit o exceso) la situación nutricional de una muestra problema. Posteriormente autores que han trabajado con el sistema DOP (JIANG *et al.*, 1995; LUCENA, 1997; SINCLAIR *et al.*, 1997; CADAHIA y LUCENA, 1998) lo han puesto de manifiesto.

Otra cuestión importante de la aplicación del análisis vegetal es la determinación del momento del ciclo vegetativo en que es posible. Por ejemplo en fruticultura la época standard para el diagnóstico foliar es a los 120 días después de la plena floración (DAFB), segunda quincena de julio en el hemisferio norte, fechas muy tardías para la solución de muchos de los problemas detectables, sobre todo en especies y variedades precoces (SANZ *et al.*, 1992).

SUMNER (1977) preconizó que en la aplicación del sistema DRIS es irrelevante el momento del ciclo vegetativo del cultivo considerado. De hecho en la numerosísima bibliografía existente sobre el sistema DRIS, el momento del ciclo vegetativo del cultivo a diagnosticar no se especifica.

A este respecto es muy aclaratorio que en la guía práctica para la utilización del DRIS publicada por BEVERLY (1991), que tanto facilita el aprendizaje de su uso aunque no su entendimiento, no incluye para ninguno de los cultivos que contempla especificaciones de la época de aplicación.

Si esta intemporalidad de la aplicación del sistema DRIS fuese real, por sí sola justificaría todos los esfuerzos realizados por numerosos autores y daría una validez indiscutible al método: aplique el sistema DRIS en cualquier momento y aunque tenga que auxiliarse para traducir su interpretación en recomendaciones con otros sistemas, supone la solución de muchos de los problemas del diagnóstico nutricional.

En una publicación anterior SANZ *et al.*, (1992) propusieron valores de referencia para melocotonero en las épocas de 60, 90, 120, 150 y 180 DAFB obtenidos en base a su producción.

El objetivo de este trabajo es comprobar, por comparación con los métodos tradicionales y DOP, si el sistema DRIS hace una interpretación correcta de la situación nutricional del melocotonero independientemente de la época de toma de muestras del material vegetal. En cualquier caso, aún cuando el sistema DRIS no fuese de aplicación en esta hipótesis, sentaría las bases para su aplicación correcta de forma continuada en todo el ciclo, mediante el uso de las adecuadas normas DRIS y coeficientes de variación propios de cada época.

Material y métodos

El trabajo se ha realizado sobre 180 árboles distribuidos en varias plantaciones de melocotonero (*Prunus persica*, L. Batsch, variedad "Calanda") localizadas en su principal zona de cultivo (Bajo Aragón, España). En ellos se han tomado muestras de hojas, situadas en el tercio central de los brotes del año, con una periodicidad mensual, realizando la primera toma a los 60 DAFB (segunda quincena de mayo) y la última a los 180 días (segunda quincena de septiembre). La muestra correspondiente a los 120 DAFB coincide con la época standard (segunda quincena del mes de julio).

En publicaciones anteriores se describen las características de los suelos en los que se asienta la población de frutales estudiada (MONTAÑÉS *et al.*, 1975) y los métodos analíticos para N, P, K, Ca y Mg (SANZ *et al.*, 1995).

A los datos analíticos (media de tres repeticiones) de N, P, K, Ca, Mg en hoja y a sus relaciones binarias se les ha aplicado la metodología de cálculo propuesta por RECALDE (1965) ampliada y perfeccionada con el programa informático SPSS, que permite la introducción de mayor número de casos para el cálculo de los óptimos nutricionales que los utilizados en el método original. En efecto, para cada contenido y relación binaria (N, P, K, Ca, Mg, N/P, N/K, N/Ca, N/Mg, P/K, P/Ca, P/MG, K/Ca, K/Mg, Ca/Mg) se ha establecido como óptimo el valor medio del intervalo que se corresponde con la máxima producción, al que lógicamente corresponde también un valor medio para cada uno de los otros 14 parámetros de las muestras incluidas en dicho intervalo.

Con esto se ha dispuesto de 15 valores para cada elemento y relación, en función de los cuales se ha calculado el valor de referencia a utilizar en la interpretación del análisis foliar, tanto en melocotonero (SANZ *et al.*, 1992) como en peral (SANZ *et al.*, 1997). Igualmente se han publicado valores de referencia para la interpretación del análisis floral en melocotonero (SANZ y MONTAÑES, 1995) Con el mismo programa (SPSS) se han calculado los correspondientes coeficientes de variación.

Este método para cálculo de valores óptimos de referencia interrelaciona todos los elementos nutricionales considerados entre sí y con sus relaciones binarias. Un valor de referencia de N, por ejemplo, habrá tenido en cuenta en su obtención la influencia del P sobre el N , del K sobre el N, de N/P sobre K etc. desde el punto de vista de la máxima producción.

Resultados y discusión

En un trabajo anterior (SANZ *et al.*, 1992) se obtuvieron valores de referencia (v.r.) para la interpretación continua del análisis foliar a lo largo del ciclo vegetativo del melocotonero que, por su constante uti-

lización en esta publicación, se incluyen en el cuadro 1 con sus coeficientes de variación (c.v.). Los valores de referencia para las relaciones binarias no están calculados a través de los elementos que en cada caso intervienen, sino de los obtenidos como óptimos con el procedimiento ya descrito. En cualquier caso, los valores son muy próximos a los que se calcularían por simple división de las concentraciones respectivas.

En el cuadro 2 están incluidos los valores de referencia para los cálculos necesarios en la aplicación del sistema de interpretación DOP.

Para la presentación e interpretación de los resultados obtenidos a través de la metodología DOP puede adoptarse la "fórmula DOP" que, en una sola expresión, recoge toda la información derivada del análisis. Por ejemplo, a la muestra 10 del cuadro 3 le corresponde la fórmula (-30K, -24Mg, -11Ca, +9P, +9N), de la que podemos deducir el orden de necesidades de los cinco nutrientes (K, Mg, Ca, P, N) con el único objeto de compararlo con el DRIS, conocer los que eventualmente serán limitantes por defecto (K, Mg y Ca) y los que podrán serlo por exceso (P y N).

Los índices que acompañan en la fórmula DOP a cada uno de los elementos cuantifican sus desviaciones del óptimo hasta tal punto que, aun considerando la corta experiencia de aplicación del sistema DOP en la resolución práctica de problemas relacionados con la fertilización de los cultivos, hemos encontrado que en una mayoría de casos existe una relación directa entre estos coeficientes y las modificaciones del abonado deducidas por otros procedimientos interpretativos. Quiere esto decir, en el caso de que esta hipótesis pueda llegar a confir-

Cuadro 1

Valores de referencia y coeficientes de variación (entre paréntesis) de las relaciones binarias de los elementos nutritivos en hoja de melocotonero en distintas fases de su ciclo vegetativo

Table 1

Reference values and coefficients of variation (in brackets) of the binary relations of nutritional elements in peach tree leaves at different phases of its vegetative cycle

	Días después de la plena floración (DAFB)				
	60	90	120	150	180
N/P	14,88 (9)	19,11 (10)	21,09 (14)	21,17 (13)	20,25(12)
N/K	1,51 (26)	1,39 (24)	1,32 (19)	1,33 (23)	1,56 (22)
N/Ca	2,70 (27)	1,98 (22)	1,67 (26)	1,47 (22)	1,50 (22)
N/Mg	6,79 (27)	5,16 (17)	4,14 (21)	3,67 (23)	3,78 (23)
K/P	10,48 (30)	14,02 (23)	16,31 (20)	16,28 (22)	13,42 (25)
P/Ca	0,17 (28)	0,10 (23)	0,08 (29)	0,07 (25)	0,07 (25)
P/Mg	0,42 (29)	0,26 (18)	0,19 (24)	0,17 (24)	0,18 (26)
K/Ca	1,84 (29)	1,45 (31)	1,29 (25)	1,13 (28)	0,99 (31)
K/Mg	4,60 (23)	3,75 (24)	3,19 (24)	2,80 (23)	2,49 (27)
Ca/Mg	2,51 (18)	2,63 (27)	2,51 (22)	2,52 (15)	2,57 (17)

Cuadro 2
Valores de referencia de los elementos nutritivos en hoja de melocotonero en distintas fases de su ciclo vegetativo

Table 2
Reference values of nutritional elements in peach tree leaves at different phases of its vegetative cycle

	Días después de la plena floración(DAFB)				
	60	90	120	150	180
N (%)	3,84	3,67	3,32	3,01	3,04
P (%)	0,26	0,19	0,16	0,14	0,15
K (%)	2,68	2,69	2,58	2,32	2,01
Ca (%)	1,49	1,89	2,05	2,11	2,14
Mg (%)	0,61	0,73	0,82	0,84	0,84

marse, la fórmula DOP preconizaría las siguientes modificaciones en el programa de abonado:

– Elevar en un 30, 24 y 11% respectivamente los aportes actuales de N, Mg, y Ca.

– Reducir en un 9% los aportes actuales de P y N.

Todo esto es fácilmente informatizable y puede permitir, a un laboratorio que maneje grandes series de análisis y recomendaciones, una fácil programación de sus informes estándar, aun cuando se adoptaran otros criterios cuantificativos para la formulación de abonados del expuesto. También es útil para el manejo de grandes series en trabajos de evaluación de situaciones nutricionales de grandes zonas de cultivos.

Índices DRIS y DOP a los 60 DAFB

Al objeto de comprobar si la metodología DRIS se puede aplicar a lo largo de todo el ciclo vegetativo de un cultivo con unas normas únicas, a los resultados analíticos de las muestras tomadas a los 60 DAFB se aplicaron, para calcular sus índices DRIS, las normas DRIS correspondientes a los 60, 90, 120, 150 y 180 DAFB cuadro 1) y a otras épocas intermedias (75, 105, 135 y 165 DAFB) en las que los v.r. y c.v. fueron obtenidos por interpolación en las gráficas que fácilmente pueden confeccionarse con los datos de los cuadros 1 y 2. Únicamente los índices DRIS obtenidos en base a normas DRIS de los 60 DAFB, es decir coincidentes con el momento del muestreo, permiten una interpretación, en lo que respecta al orden de requerimientos nutritivos, coincidente en todos los casos con la obtenida a través de la metodología DOP (cuadro 3) y también coherente con la que puede hacerse por cualquier método clásico.

El resto de los planteamientos que resultan de aplicar a los datos analíticos de hojas tomadas a los 60 DAFB las normas DRIS correspondientes a cualquier otro momento

del ciclo vegetativo, no han puesto de manifiesto coherencia alguna entre los índices DRIS y DOP. Tampoco, considerando caso por caso, las interpretaciones de los índices DRIS deducidos de esta forma tienen fiabilidad, según puede observarse al contrastarlas con una diagnosis emanada de la comparación de las concentraciones foliares frente a los óptimos establecidos para esta época y para esta especie.

Resultaría reiterativa una exposición de todos los posibles planteamientos analizados. Por ello en el cuadro 4 se presentan exclusivamente los resultados obtenidos con la aplicación de las normas DRIS para los 120 DAFB a las mismas muestras cuyos datos figuran en el cuadro 3, tomadas a los 60 DAFB e interpretadas con normas DRIS correspondientes a estos 60 DAFB. Los 120 DAFB coinciden con la época standard de muestreo foliar en fruticultura, en la que las concentraciones de nutrientes presentan unos valores medios en el conjunto de su evolución a lo largo del ciclo vegetativo y son más estables; cabría por tanto pensar que si algunas normas DRIS habrían de tener validez para todo el ciclo vegetativo del melocotonero deberían ser las correspondientes a los 120 DAFB.

Comparando los órdenes de limitación DRIS que aparecen en los cuadros 3 y 4 se deduce fácilmente que el sistema DRIS interpreta de manera muy distinta la situación nutritiva de una misma muestra según se utilicen normas DRIS de la época a la que corresponde el muestreo (60 DAFB) o bien se apliquen las correspondientes a los 120 DAFB llegando, en este último caso a diagnosis absurdas que de ninguna forma se corresponden con las que se derivan del sistema DOP o de cualquier otro sistema de interpretación.

Cuadro 3
Contenidos, índices y orden de requerimientos DRIS (v.r. y c.v. de 60 DAFB) y fórmula DOP de muestras de melocotonero tomadas 60 DAFB

Table 3
Contents, indices and order of DRIS requirements (reference values, coefficients of variation at 60 DAFB) and the DOP formula for peach tree leaves sampled at 60 DAFB

	Contenidos					Indices DRIS					Orden lim. DRIS	"Formula DOP"
nº	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	N	P	K	Ca	Mg		
10	4,200	0,283	1,87	1,32	0,46	12	11	-13	0	-9	K>Mg>Ca>P>N	(-30K,-24Mg,-11Ca,+9P,+9N)
11	3,556	0,271	2,06	1,49	0,55	-2	8	-9	4	-1	K>N>Mg>Ca>P	(-23K,-10Mg,-7N,0Ca,4P)
12	4,004	0,269	1,83	1,23	0,44	12	10	-12	-1	-9	K>Mg>Ca>P>N	(-32K,-28Mg,-17Ca,+3P,+4N)
13	4,200	0,300	1,98	1,22	0,45	11	15	-10	-5	-11	Mg>K>Ca>N>P	(-26Mg,-26K,-18Ca,+9N,+15P)
14	4,088	0,273	1,68	1,40	0,46	12	10	-19	5	-8	K>Mg>Ca>P>N	(-37K,-24Mg,-6Ca,+5P,+6N)
15	3,864	0,276	1,82	1,50	0,48	6	10	-15	7	-8	K>Mg>N<Ca>P	(-32K,-21Mg,+1N,+1Ca,+6P)
16	3,724	0,254	2,05	1,70	0,52	2	2	-10	12	-6	K>Mg>N>P>Ca	(-24K,-15Mg,-3N,-2P,+14Ca)
17	3,696	0,234	2,24	1,54	0,54	4	-2	-5	6	-3	K>Mg>P>N>Ca	(-16K,-11Mg,-10P,-4N,+3Ca)
18	4,452	0,311	2,44	0,82	0,33	23	25	8	-27	-29	Mg>Ca>K>N>P	(-46Mg,-45Ca,-9K,+16N,+20P)
19	4,648	0,285	2,56	1,47	0,55	11	1	-3	-2	-7	Mg>K>Ca>P>N	(-10Mg,-4K,-1Ca,+10P,+21N)
20	4,872	0,325	2,14	1,14	0,42	20	17	-8	-11	-19	Mg>Ca>K>P>N	(-32Mg,-23Ca,-20K,+25P,+27N)

Véase, por ejemplo, la muestra nº 10 en el cuadro 4. El orden de limitación DRIS nos indica que el Mg y Ca son más limitantes que el K, cuando una interpretación DOP o por cualquier otro sistema clásico nunca nos permitiría deducir que una fuerte desviación por defecto del potasio haya de ser menos limitante que una débil del calcio. La aplicación de la fórmula que por un análisis de covarianzas múltiples relaciona la cosecha potencial del melocotonero con los contenidos nutricionales de sus hojas (SANZ *et al.* 1992) permite validar la interpretación expuesta y las que posteriormente se realizan. Casuísticas inaceptables encontraremos repasando otras de las interpretaciones DRIS de este cuadro 4.

Resultados similares, no expuestos por reiterativos, se deducen al aplicar las normas DRIS correspondientes a los 60 DAFB a muestras de cualquier otro momento distinto del ciclo vegetativo.

Índices DRIS y DOP a 90, 120, 150 y 180 DAFB

Siguiendo la metodología expuesta se trató de comprobar la posibilidad de utilizar las normas DRIS de estas épocas (90, 120, 150 y 180 DAFB) para efectuar el diagnóstico foliar en cualquier momento del ciclo vegetativo. Los resultados fueron similares a lo expuesto en el apartado anterior para los 60 DAFB. Es decir, la aproximación DRIS establece un orden de requerimientos que se corresponde con la situación nutritiva de las muestras y con la que resulta de

Cuadro 4
Contenidos, índices y orden de requerimientos DRIS (v.r. y c.v. de 120 DAFB) y fórmula DOP de muestras de melocotonero tomadas 60 DAFB

Table 4
Contents, indices and order of DRIS requirements (reference values, coefficients of variation at 120 DAFB) and the DOP formula for peach tree leaves sampled at 60 DAFB

	Contenidos					Índices DRIS					Orden lim. DRIS	"Formula DOP"
nº	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	N	P	K	Ca	Mg		
10	4,200	0,283	1,87	1.32	0,46	27	62	-24	-24	-42	Mg>Ca>K>N>P	(-30K,-24Mg,-11Ca,+9P,+9N)
11	3,556	0,271	2,06	1,49	0,55	6	52	-15	-16	-26	Mg>Ca>K>N>P	(-23K,-10Mg,-7N,0Ca,4P)
12	4,004	0,269	1,83	1,23	0,44	27	62	-21	-26	-42	Mg>Ca>K>N>P	(-32K,-28Mg,-17Ca,+3P,+4N)
13	4,200	0,300	1,98	1,22	0,45	26	70	-20	-31	-45	Mg>Ca>K>N>P	(-26Mg,-26K,-18Ca,+9N,+15P)
14	4,088	0,273	1,68	1,40	0,46	26	61	-31	-18	-39	Mg>K>Ca>N>P	(-37K,-24Mg,-6Ca,+5P,+6N)
15	3,864	0,276	1,82	1,50	0,48	17	59	-25	-14	-37	Mg>K>Ca>N>P	(-32K,-21Mg,+1N,+1Ca,+6P)
16	3,724	0,254	2,05	1,70	0,52	11	44	-16	-7	-31	Mg>K>Ca>N>P	(-24K,-15Mg,-3N,-2P,+14Ca)
17	3,696	0,234	2,24	1,54	0,54	11	35	-7	-13	-26	Mg>Ca>K>N>P	(-16K,-11Mg,-10P,-4N,+3Ca)
18	4,452	0,311	2,44	0,82	0,33	48	94	9	-70	-82	Mg>Ca>K>N>P	(-46Mg,-45Ca,-9K,+16N,+20P)
19	4,648	0,285	2,56	1,47	0,55	23	45	-7	-25	-36	Mg>Ca>K>N>P	(-10Mg,-4K,-1Ca,+10P,+21N)
20	4,872	0,325	2,14	1,14	0,42	42	79	-17	-42	-62	Mg>Ca>K>N>P	(-32Mg,-23Ca,-20K,+25P,+27N)

aplicar las metodologías DOP y tradicional, únicamente cuando sus cálculos se han basado en la normas DRIS correspondientes a la misma época en que se realizó el muestreo. La coincidencia ya se puso de manifiesto para muestras de hoja de melocotonero tomadas a los 120 DAFB (MONTAÑÉS *et al.*, 1993).

Índices DRIS y DOP en cualquier momento del ciclo vegetativo

Del análisis de trabajos anteriores (MONTAÑÉS *et al.*, 1993) y por lo aquí expuesto, puede deducirse que para la interpretación del análisis foliar, la metodología DOP presenta innegables e importantes ventajas frente a la aproximación DRIS.

No obstante, dado que la problemática que presenta la nutrición de los vegetales es muy variada, como también lo son las necesidades y enfoque del trabajo en cada laboratorio, cabe pensar que habrá especialistas que utilicen el sistema DRIS, pues para su aplicación existen normas en una amplia gama de cultivos (BEVERLY, 1991). En melocotonero se podrá aplicar el sistema DRIS a lo largo de todo su ciclo vegetativo deduciendo las normas de los datos contenidos en los cuadros 1 y 2, y para momentos intermedios de los contemplados se podrán deducir de las gráficas que con ellos se pueden confeccionar, no incluyéndose en este trabajo por su elevado número y por la facilidad de su realización. La misma mecánica puede seguirse para calcular la fórmula DOP.

En el cuadro 5 se presenta un supuesto teórico con los mismos datos analíticos utilizados como ejemplos en los planteamientos anteriores (cuadros 3 y 4). En este caso se supone que los datos citados corresponden a muestras tomadas 75 DAFB. Realizados los cálculos de los índices DRIS y de la fórmula DOP, queda patente la coincidencia de resultados (orden de necesidades nutritivas) con ambas metodologías interpretativas.

Se demuestra así la posibilidad de aplicar la aproximación DRIS a lo largo de todo el ciclo vegetativo del melocotonero a condición de que se utilicen las normas DRIS de cada momento. Precisamente para que pueda apreciarse hasta qué punto esta exigencia es insoslayable se han utilizado para este ejemplo los mismos datos analíticos que para el cuadro 3. Puede verse que con solamente 15 días las normas DRIS para 60 DAFB (cuadro 3) y las correspondientes a 75 DAFB (cuadro 5) son lo suficientemente distintas como para que de los mismos datos analíticos se deriven unos índices DRIS y una interpretación significativamente diferentes.

Otros cálculos

SUMNER (1986) citado por BEVERLY (1991) propone la introducción de algunos productos entre concentraciones de pares de elementos en sustitución de sus cocientes, (NxCa, NxMg, PxCa, PxMg, KxCa y KxMg) y sus correspondientes coeficientes de variación como normas DRIS para su aplicación al melocotonero. Por su interés y difusión se han querido comparar las posibilidades interpretativas de estas normas de productos frente a las generalmente utilizadas de cocientes entre elementos exclusivamente.

Para ello se han utilizado las muestras de hoja de melocotonero consideradas en los puntos anteriores y sus concentraciones de N, P, K, Ca y Mg, a lo largo de todo el ciclo

Cuadro 5
Contenidos, índices y orden de requerimientos DRIS* y fórmula DOP** de un supuesto teórico de hojas tomadas a los 75 DAFB

Table 5
Contents, indices and order of DRIS requirements and the DOP** formula for a theoretically assumption of peach tree leaves sampled at 75 DAFB*

	Contenidos					Indices DRIS					Orden lim. DRIS	"Formula DOP"
nº	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	N	P	K	Ca	Mg		
10	4,200	0,283	1,87	1,32	0,46	11	25	-15	-6	-15	Mg=K>Ca>N>P	(-31Mg,-30K,-22Ca,+12N,+23P)
11	3,556	0,271	2,06	1,49	0,55	-4	21	-10	-1	-5	K>Mg>N>Ca>P	(-23K,-18Mg,-12Ca,-5N,+18P)
12	4,004	0,269	1,83	1,23	0,44	11	25	-13	-7	-15	Mg>K>Ca>N>P	(-34Mg,-32K,-27Ca,+6N,+17P)
13	4,200	0,300	1,98	1,22	0,45	10	31	-12	-11	-18	Mg>K>Ca>N>P	(-33Mg,-28Ca,-26K,+12N,+30P)
14	4,088	0,273	1,68	1,40	0,46	11	24	-21	-1	-14	K>Mg>Ca>N>P	(-38K-31Mg,-17Ca,+9N,+19P)
15	3,864	0,276	1,82	1,50	0,48	4	24	-17	1	-13	K>Mg>Ca>N>P	(-32K,-28Mg,-11Ca,+3N,+20P)
16	3,724	0,254	2,05	1,70	0,52	0	14	-11	6	-10	K>Mg>N>Ca>P	(-24K,-23Mg,-1N,+1Ca,+10P)
17	3,696	0,234	2,24	1,54	0,54	1	8	-5	1	-6	Mg>K>Ca>N>P	(-19Mg,-17K,-9Ca,-2N,+2P)
18	4,452	0,311	2,44	0,82	0,33	25	46	7	-37	-41	Mg>Ca>K>N>P	(-51Mg,-51Ca,-9K,+18N,+35P)
19	4,648	0,285	2,56	1,47	0,55	10	14	-4	-7	-12	Mg>Ca>K>N>P	(-18Mg,-13Ca,-5K,+24N,+24P)
20	4,872	0,325	2,14	1,14	0,42	22	35	-10	-19	-28	Mg>Ca>K>N>P	(-38Mg,-33Ca,-20K,+30N,+41P)

(*) v.r. y entre paréntesis c.v. : N/P 17,00(10); N/K 1,45(25); N/Ca 2,34 (25); N/Mg 5,98(22); K/P 12,25(27); P/Ca. 0,14(26); P/Mg 0,34(23); K/Ca 1,65(30); K/Mg 4,18(24) y Ca/Mg 2,57(23). Obtenidos por interpolación en los datos del cuadro 1.
(**) v.r. : N 3,76; P 0,23; K 2,69; Ca 1,69 y Mg 0,67. Obtenidos por interpolación en los datos del cuadro 2.
(*) v.r. and in brackets c.v. : N/P 17.00(10); N/K 1.45(25); N/Ca 2.34 (25); N/Mg 5.98(22); K/P 12.25(27); P/Ca 0.14(26); P/Mg 0.34(23); K/Ca 1.65(30); K/Mg 4.18(24) and Ca/Mg 2.57(23). Obtained from the data in table 1.
(**) v.r. : N 3.76; P 0.23; K 2.69; Ca 1.69 and Mg 0.67. Obtained from intermediate from the data in table 2.

vegetativo (60, 75, 90, 120, 150 y 180 DAFB).

Realizados los cálculos correspondientes, en todas las épocas posibles del ciclo vegetativo del melocotonero, hemos podido constatar que las interpretaciones derivadas de los mismos, aparte de no concordar como es lógico con las del sistema de cocientes, no concuerdan con los resultados de aplicar el sistema DOP, ni con cualquier interpretación realizada con los sistemas clásicos. Sirva de ejemplo la muestra nº 10 del cuadro 3, que pasa de tener un orden de limitación según el sistema DRIS de cocientes de K>Mg>Ca>P>N a Mg>K>P>Ca>N con el de productos.

Conclusiones

1. No es posible realizar interpretaciones correctas con el sistema DRIS (Diagnosis and Recomendation Integrated Sys-

tem) con unas normas únicas para cualquier momento del ciclo vegetativo de un cultivo de melocotonero. Exclusivamente son válidas cuando se realizan con valores de referencia y coeficientes de variación que se correspondan temporalmente con la muestra problema.

2. El método DOP de interpretación presenta importantes y patentes ventajas en su aplicación e informatización frente a la aproximación DRIS, al permitir detectar directamente si cualquier desequilibrio encontrado lo es por exceso o defecto y cuantificarlo.

3. Es posible la interpretación del análisis foliar en melocotonero con los sistemas DRIS y DOP a lo largo de todo el ciclo vegetativo. Interpolando en las gráficas a realizar con los datos incluidos en este trabajo, es posible obtener las normas DRIS correspondientes a cada momento de muestreo.

4. Los diagnósticos dimanados de la aplicación del sistema DOP coinciden con los del sistema DRIS en la parte que este alcanza, siempre que se realicen ambos con normas que se correspondan en el tiempo con la muestra analizada.

5. La aproximación DRIS con normas basadas en el producto de la concentración de algunos pares de elementos no refleja la situación nutritiva real de la población de melocotoneros considerada en este trabajo, a diferencia del sistema original de relaciones.

Agradecimientos

A nuestro Profesor jubilado Dr. Luis Heras Cobo, que nos enseñó en nutrición vegetal todo lo que fuimos capaces de aprender.

Bibliografía

BEVERLY R.B., 1991. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Micro-Macro Publishing. Inc. Athens, Georgia, USA.

CADAHIA C., LUCENA J.J., 1998. Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Capítulo 5º. Mundi Prensa Libros. Madrid, España.

JIANG Y.M., GU M.R., SHU H.R., 1995. Nutrient diagnosis of Starking Delicious apple. Acta Hort. Sinica. 22(3): 215-220.

JONES Jr. J.B., WOLF B., MILLS H.A., 1991. Plant Analysis Handbook, a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Micro-Macro Publishing. Inc. Athens, Georgia, USA.

LUCENA J.J., 1997. Methods of diagnosis of mineral nutrition of plant. A critical review. Acta Hort. 448: 179-192.

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

MONTAÑÉS L., HERAS L., ABADÍA J., SANZ M., 1993. Plant analysis interpretation based on a new index: Deviation from optimum percentage (DOP). J. Plant Nutr. 16(7): 1.289-1.308.

RECALDE L., 1965. El equilibrio nutritivo del olivo y su producción. Comunicación al coloquio "Aportación de las investigaciones Tecnológicas y Agrícolas a la lucha del mundo contra el hambre". Madrid 13 pp.

SANZ M., HERAS L., MONTAÑÉS L., 1992. Relationships between yield and leaf nutrient contents in peach trees: Early nutritional status diagnosis. J. Plant. Nutr. 15(9): 1.457-1.466.

SANZ M., MONTAÑÉS L., 1995. Flower analysis as a new approach to the nutritional estatus of the peach tree. J. Plant. Nutr. 18: 1.667-1.675.

SANZ M., VAL J., MONTAÑÉS-MILLAN L., MONGE E., Montañés L., 1997. Optimun nutrient values for

pear trees at different times of the growing season. Acta Hort. 448: 193-198.

SINCLAIR A.G., MORRISON J.D., SMITH L.C., DODDS K.G., 1997. Determination of optimum nutrient element ratios in plant tissue. J. Plant Nutr. 20(9): 1.069-1.083.

SUMNER M. E., 1977. Application of Beaufils' diagnostic indices to maize data published in the literature irrespective of age and conditions. Plant and Soil 46(2): 359-369.

(Aceptado para publicación el 14 de octubre de 1999)

ITEA (2000), Vol.96V N.° 1, 19-26

INFLUENCIA DE FACTORES ANTERIORES A LA RECOLECCIÓN SOBRE LA CALIDAD DEL CHAMPIÑÓN (*AGARICUS BISPORUS*)

A. Simón

Centro de Investigación y Desarrollo Agrario la C.A. de la Rioja, Apartado 433, 26080 Logroño, España

RESUMEN

Partiendo de la revisión realizada por Carey y O´Connor (1991), sobre la influencia de las condiciones de cultivo (compost, cobertura, condiciones ambientales etc.) en la calidad del champiñón, se recogen algunos de los aspectos tratados por estos autores, completando con las aportaciones más recientes en este tema.

La adición de cloruro cálcico al agua de riego mejora la blancura de los champiñones debido a la acción del Ca sobre la integridad de las membranas vacuolares.

El control informático de las condiciones de temperatura, humedad relativa y dióxido de carbono en las cámaras de cultivo permite controlar una producción uniforme y de calidad.

La textura y el contenido en materia seca de los champiñones son características importantes de cara a la recolección mecánica y dependen de condiciones de cultivo como el grosor de la cobertura y del compost entre otros.

Palabras clave: *Agaricus bisporus,* Condiciones de cultivo, Calidad.

SUMMARY

INFLUENCE OF PREHARVEST FACTORS ON THE QUALITY OF FRESH MUSHROOMS (*AGARICUS BISPORUS*) A review

The influence of husbandry factors on the quality of fresh mushrooms has been reviewed by Carey and O´Connor (1991). In this article the most recent contributions complete the information on this subject.

Calcium chloride added to the irrigation water enhances mushroom colour by increasing vacuolar membrane integrity.

Computer environmental control (temperature, relative humidity and carbon dioxide) can give uniform crop and enhances mushroom quality.

Firmess and dry matter content of mushrooms are important characteristics for the mechanical harvest and depend of some husbandry factors (depth of casing and compost, salinity etc).

Key words: *Agaricus bisporus,* Cultivation conditions, Quality

Calidad del champiñón en el momento de la recolección

La calidad del champiñón recién recolectado viene determinada por características tales como la blancura, el estado de desarrollo, la ausencia de enfermedades (mancha bacteriana), el sabor y la textura.

Los consumidores valoran, en primer lugar, la ausencia de enfermedades y la blancura como índices de un producto sano y fresco. La preferencia por el grado de desarrollo depende del área geográfica. Generalmente, en Europa se aprecia más el champiñón con el velo cerrado, aunque en Inglaterra se prefiere el fruto en un estado más maduro. Otros caracteres como el sabor o la textura son valorados a la hora del consumo y pueden influir en la decisión de compra posterior (Mc. CANNA y GORMLEY, 1969).

Entre las numerosas enfermedades que afectan al champiñón durante su cultivo y que limitan el rendimiento de la cosecha, tal vez sea la llamada "mancha bacteriana" la que más afecta a la calidad postrecolección del champiñón, ya que frutos recolectados aparentemente en buen estado pueden verse atacados durante el almacenamiento posterior (CAREY y O´CONOR, 1991).

El champiñón recién recolectado tiene unas características estructurales y de composición (firmeza, materia seca, polifenoles, actividad de la tirosinasa etc.) que pueden influir en su conservación posterior como consecuencia de la susceptibilidad al daño mecánico, al pardeamiento o a la apertura de los carpóforos. Estos aspectos influyen en la vida útil del producto y en su calidad en el momento de la venta.

Influencia de factores anteriores a la recolección sobre la calidad inicial del champiñón

Los factores genéticos y medioambientales tienen una importante influencia sobre la calidad del champiñón en el momento de la cosecha, que es donde el producto ofrece una mayor calidad, que puede mantenerse después de la recolección pero no mejorarse.

La revisión bibliográfica realizada por CAREY y O´CONNOR (1991) contempla la influencia de los siguientes factores: compost, cobertura, riego, inicio de la fructificación, condiciones medioambientales de temperatura, humedad y dióxido de carbono, florada, cepa, sistema de producción y recogida. En este trabajo se recogen algunos aspectos tratados por estos autores tratando de completarlos con la bibliografía recientemente aparecida.

Compost y cobertura

Las propiedades físico-químicas del compost (densidad, humedad, temperatura, pH, salinidad, nutrientes, amonio) influyen en la colonización completa y uniforme del compost por el micelio, lo que determina el tamaño y uniformidad de los carpóforos además del rendimiento.

La cobertura debe estar formada por un material con capacidad para retener agua y para soportar los riegos sin perder su estructura porosa, con el fin de que circule bien el aire. El grosor uniforme y la superficie lisa evitan el agrupamiento de los champiñones que dificulta la recogida y produce deformación de los carpóforos, por ello es importante la labor de rascado antes de la fructificación. Con este mismo fin,

interesa que la humedad sea uniforme en toda la cobertura. Con coberturas de 3 cm de espesor se producen champiñones con un mayor contenido en materia seca que con espesores de 6 cm, pero se reduce el rendimiento (KALBERER, 1990, 1995). Por su parte, NOBLE *et al.* (1997) encontraron que con coberturas de espesor pequeño (2,5 cm) se obtienen champiñones más firmes y con menos deformación plástica que con espesores mayores (5,5 cm). En cambio, con espesores mayores de compost se obtienen frutos más firmes. Los champiñones con menor deformación plástica se separan más facilmente en la recolección. Por otra parte se ha encontrado una correlación positiva entre la firmeza de los champiñones y el contenido de materia seca (GORMLEY 1969, NOBLE *et al.* 1997). Estas características de los champiñones se consideran importantes de cara a la recolección mecánica.

Riego

El contenido de humedad en el compost y en la cobertura aplicado mediante los riegos ha de ser el adecuado, ya que un exceso de agua en cobertura da lugar a una disminución de la materia seca, y un defecto de humedad hasta niveles de estrés, produce frutos abiertos prematuramente y con las láminas endurecidas (CAREY y O´CONNOR, 1991).

Rebajando el potencial de agua de la cobertura, mediante la adición de sal, se obtienen champiñones con un mayor contenido en materia seca, aunque también menor rendimiento. En el fruto aumenta la concentración de sustancias osmóticamente activas, entre ellas el manitol (KALBERER, 1990). El manitol es un azúcar que no es metabolizado en los carpóforos durante el cultivo, pero sí después de la recolección (HAMMOND y NICHOLS, 1977). Debido a esto es posible que los champiñones con mayor contenido en materia seca tengan también una mayor vida útil (KALBERER, 1995). SIMÓN y GURRÍA (1998a) encontraron que los champiñones con mayor contenido en materia seca y mayor firmeza, conservaron mejor la calidad después de la recolección debido a que tardaron más tiempo en abrirse los carpóforos y mantuvieron una textura más firme.

La adición de $CaCl_2$ al agua de riego fue ensayada junto con otras sales, en primer lugar por FLEGG (1958), encontrando que disminuía la incidencia de las enfermedades. BARDEN *et al.* (1987) y SOLOMON *et al.* (1991) encontraron una disminución del recuento bacteriano en champiñones regados con solución de cloruro cálcico. Pero también observaron otros efectos sobre el rendimiento y la calidad. SOLOMON *et al.* (1991) refieren una disminución de la produción en una cepa de tipo off-white pero no así en otra cepa tipo white, al regar con una solución de $CaCl_2$ al 0,25%. Por su parte, BARDEN *et al.* (1987) sí que observaron disminución del rendimiento en una cepa blanca al regar con $CaCl_2$ al 0,5%. Posteriormente, MIKLUS y BEELMAN (1996), utilizando $CaCl_2$ al 0,3%, no observaron disminución del rendimiento en una cepa de tipo off- white, atribuyéndolo al momento en que se empezó a aplicar el riego, que fue 11 días después de la cobertura.

En general hay acuerdo en que el riego con cloruro cálcico mejora el color de los champiñones en el momento de la recolección y disminuye la intensidad de pardeamiento después de la misma (BARTLEY *et al.* 1991; SOLOMON *et al.* 1991; MIKLUS y BEELMAN 1996; SIMÓN y GURRÍA 1998b). MIKLUS y BEELMAN (1996) ensayaron el

riego con $CaCl_2$ al 0,3% y analizaron el contenido de los champiñones en Ca y Cu, este último por ser un cofactor de la tirosinasa que es el enzima responsable del pardeamiento postrecolección. En cambio el Cu no fue afectado por el tratamiento. Encontraron que el color medido por el párametro L en el momento de la recolección correlacionaba positivamente con el Ca y con la relación Ca/Cu y negativamente con el Cu.

KUKURA *et al.* (1998) demostraron mediante fotografías obtenidas por transmisión electrónica, que el aumento en los niveles de Ca incrementa la integridad de las menbranas vacuolares, reduciendo así la posibilidad de que la tirosinasa ahí contenida reaccione con sus sustratos.

También ha sido ensayada la adición de Oxina (Dióxido de cloro estabilizado) como agente desinfectante, al agua de riego, sola o con $CaCl_2$ (BARTLEY *et al.* 1991; SOLOMON *et al.* 1991; SIMÓN y GURRÍA 1998b). SOLOMON *et al.* (1991) encontraron la mayor reducción del recuento bacteriano en los champiñones, con el tratamiento combinado de $CaCl_2$ al 0,25% y Oxina a 50 p.p.m. También SIMÓN y GURRÍA (1998b) observaron con el mismo tratamiento, un efecto beneficioso sobre la vida útil de los champiñones, debido al menor desarrollo de la mancha bacteriana después de la recolección, aunque el tratamiento combinado daba lugar a champiñones con una menor firmeza desde el momento de la recolección, principalmente en la primera florada.

Florada

Entre los champiñones de las sucesivas floradas se dan diferencias de composición que pueden afectar algunos aspectos de la calidad.

La primera florada tiene un mayor contenido en polifenoles tales como la tirosina y fenilalanina referidos por ALDRIDGE y WALKER (1980) o polifenoles totales (BURTON *et al.* 1993). BURTON (1998) encontró que después de la recolección, la actividad de la tirosinasa era mayor en la primera florada que en las dos siguientes. Según esto, es de esperar que la primera florada sea menos blanca o tenga un mayor grado de pardeamiento postrecolección, como así se ha constatado en algunos casos. Pero no siempre ocurre así, ya que en otros casos es la primera florada la de mayor blancura desde la recolección y a lo largo del almacenamiento (BURTON y NOBLE, 1993). Estos autores establecen la hipótesis de que el pardeamiento de la primera florada hay que atribuirlo en mayor medida a procesos fisiológicos y bioquímicos mientras que en el pardeamiento de floradas posteriores puede predominar el oscurecimiento por causas microbiológicas ya que, según OLIVIER (1984) la población de Pseudomonas aumenta a lo largo del ciclo de cultivo.

Por otra parte, el equipo de investigadores americano de Beelman, refieren que el grado de blancura en el momento de la recolección disminuye desde la primera a la tercera florada (BARTLEY *et al.*, 1991; BEELMAN *et al.*, 1995; KUKURA *et al.*, 1998) y que los champiñones de la segunda y tercera florada oscurecen más rapidamente que los de la primera (BARTLEY *et al.*, 1991). Este comportamiento lo han relacionado con un incremento del contenido en Cu de la primera a la tercera florada (BEELMAN *et al.*, 1995) y con una mayor actividad de la tirosinasa en ese mismo periodo (KUKURA *et al.*, 1998).

BURTON (1998) encontró que la primera florada presenta una actividad de las proteasas y contenido en proteínas mayores que las restantes. Esto puede explicar que

la primera florada pierda textura después de la recolección en mayor grado que las otras (SIMÓN y GURRÍA 1998, datos no publicados). Otro distinto comportamiento entre las floradas se da en el grado de desarrollo después de la recolección que es mayor en la primera florada que en las siguientes (BURTON y NOBLE, 1993; SIMÓN y GURRÍA, 1998b).

Condiciones medioambientales del cultivo

Las condiciones medioambientales de temperatura, CO_2 y humedad durante el cultivo, afectan de manera importante a la calidad de los champiñones.

La temperatura adecuada varía según la fase del cultivo. Según FLEGG (1972), la temperatura óptima de colonización del micelio es de 24°C. Después del inicio de la fructificación es favorable un descenso de temperatura a 16°C, durante unos días, para volver posteriormente a los 22-24°C. Estos cambios requieren un adecuado control de la humedad relativa para evitar condensaciones sobre los frutos que pudieran favorecer el desarrollo de la mancha bacteriana.

El control de la humedad relativa es crítico durante el período de fructificación porque regula el nivel de transpiración de los champiñones. Para valores de la transpiración superiores a 6 mg/cm^2/hora, que se puede alcanzar con humedades relativas inferiores al 90% (FLEGG, 1989), se producen superficies oscurecidas, escamosas o con grietas, siendo las cepas de tipo "off-white" más susceptibles a este fenómeno. Pero también un exceso de humedad relativa (95%) da lugar a una textura más blanda y mayor susceptibilidad al daño mecánico, además de la posibilidad de producir condensación, según SCHISLER (1983).

El nivel de CO_2 influye tanto en la fase de crecimiento vegetativo como en la de crecimiento reproductivo del *Agaricus bisporus*. El nivel óptimo de crecimiento del micelio está alrededor de 1.000-5.000 p.p.m. El inicio de la fructificación se inhibe a niveles por encima de 2.000 p.p.m. Este momento se induce mediante una bajada del CO_2 a 300-1.000 p.p.m., además de una reducción de la temperatura del sustrato y de la humedad relativa. La inducción de la fructificación debe hacerse cuando el micelio ha llegado a la superficie de la cobertura, para que los frutos salgan limpios de tierra. Un posterior aumento de CO_2 favorece la producción de frutos más firmes y se evita el estiramiento o ruptura del velo. No obstante, niveles de CO_2 de 3.000 a 5.000 p.p.m. producen alargamiento de los tallos y reducción del sombrero (CAREY y O´CONNOR, 1991).

Cepa

Las cepas de champiñón de la especie *Agaricus bisporus* se suelen agrupar en varios tipos caracterizados por el color y la escamosidad del carpóforo. CAREY y O´CONNOR (1991) hacen referencia a cuatro tipos: el blanco puro caracterizado por superficie suave, color blanco y laminillas rosadas; el tipo rugoso u "off-white" que siendo blanco, tiene tendencia a la escamosidad de la superficie y a la formación de grietas; los tipos crema y marrón que se diferencian por el color de la piel.

VEDDER (1991) clasifica las cepas según el color en blancas, crema claro, crema oscuro, pardo claro y pardo oscuro y según la superficie en lisas y escamosas. Los champiñones blancos son los más cultiva-

dos y demandados por los consumidores. No obstante, los cremas y marrones pueden ser apreciados como una especialidad (MOQUET *et al.* 1997).

La caracterización de las cepas presenta dificultades, ya que muchas de las características atribuidas a una variedad pueden depender de las condiciones de cultivo. Las cepas cultivadas de la especie *Agaricus bitorquis* se caracterizan por un color blanco sedoso, doble velo y pie corto.

BURTON (1989) relacionó la calidad de las cepas en cuanto al color con el contenido de polifenoles. Una cepa con menor contenido de polifenoles tiene mejor calidad de color. Trabajando con tres cepas, una de *Agaricus bisporus* y dos de *Agaricus bitorquis,* BURTON *et al.* (1993) encontraron diferencias en la blancura de los champiñones en el momento de la recolección y en el pardeamiento postrecolección. BURTON *et al.* (1993) trataron de estudiar las diferencias de composición y cambios bioquímicos relacionados con el pardeamiento para explicar las diferencias de comportamiento entre las cepas. La cepa con el más bajo nivel de polifenoles en la piel y la más baja actividad de la tirosinasa es también la más blanca en el momento de la recolección, pero no hay correlación con el grado de pardeamiento postrecolección. El grado de decoloración de las tres cepas correlaciona con el aumento en la actividad proteolítica de la piel.

Conclusiones

Conseguir un buen nivel de calidad en los champiñones frescos que llegan al consumidor, no solo depende de las técnicas de manejo postrecolección (temperatura, envasado etc.) sino también de la calidad de los champiñones en el momento de la recolección, caracterizada por su color, textura, tendencia al pardeamiento, susceptibilidad al roce o al daño mecánico etc. Esto depende, por un lado, del potencial genético de las cepas cultivadas y por otro de las condiciones de cultivo que deben ser conocidas para cada tipo de cepa.

Las líneas actuales de investigación van hacia un mayor conocimiento de la bioquímica y fisiología postrecolección del champiñón, para explicar las causas del rápido deterioro que sufre este producto y poder incidir en ellas mediante las técnicas de cultivo y postcosecha o a través de la mejora genética.

Entre las innovaciones recientes en las técnicas de cultivo cabe señalar, la adición de $CaCl_2$ al agua de riego, la aplicación de la informática para el control de las condiciones medioambientales del cultivo, y la mecanización de la recolección que requiere unas determinadas características de calidad de los champiñones dependientes de las condiciones de cultivo.

Bibliografía

ALDRIDGE P.D., WALKER J.R.L. 1980. A study of enzymic browning in the cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*). Mauri Ora 8, 35-43. Citado por: Carey A.T., O'Connor T.P. 1991. Influence of husbandry factors on the quality of fresh mushrooms (*Agaricus bisporus*). Science and Cultivation of Edible Fungi. Ed. Maher. Balkema, Rotterdan, pp. 673-682.

BARDEN C.L., BEELMAN R.B., BARTLEY C.E., SCHISLER L.C. 1987. The effect of calcium chloride added to the irrigation water on quality and shelf-life of harvested mushrooms. J. Food Protection 53(9), 759-762.

BARTLEY C.E., BEELMAN R.B., WINNETT J.R. 1991. Factors affecting colour of cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus*) prior to harvest and during postharvest storage. En: Science and Cultivation of edible Fungi. Maher (ed.) Balkema Rotterdan, pp. 689-694.

BEELMAN R.B., SIMONS S.S., MIKLUS M.B. 1995. Relationship between copper accumulation and yield and quality of fresh mushrooms. En: Science and Cultivation of Edible Fungi. Elliot (ed.) Balkema Rotterdan, pp. 765-770.

BURTON K.S., 1998. The effects of storage and development on *Agaricus bisporus* proteases. J. Hort. Sci. 63 (1) 103-108.

BURTON K.S. 1989. The quality and storage life of *Agaricus bisporus*. Mushroom Science XII (Part I) Proceedings of the Twelfth International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi. Braunschweig. Germany, pp. 287-293.

BURTON K.S., LOVE M.E., SMITH J.F. 1993. Biochemical changes associated with mushroom quality in Agaricus spp. Enzyme Microb. Technol. 15 (9), 736-741.

BURTON K.S., NOBLE R. 1993. The influence of flush number, bruising and storage temperature on mushroom quality. Postharvest Biology and Technology 3, 39-47.

CAREY A.T., O'CONNOR T.P. 1991. Influence of husbandry factors on the quality of fresh mushrooms (*Agaricus bisporus*) En: Science and Cultivation of Edible Fungi. Maher (ed.) Balkema Rotterdan, pp. 673-682.

FLEGG P.B. 1958. Some aspects of the casing layer in relation to fruiting of the cultivated mushroom. Rep. Glasshouse Crops res. Inst. 7, 477-489. Citado por: Miklus M.B., Beelman R.B. 1996. $CaCl_2$ treated irrigation water applied to mushroom crops (*Agaricus bisporus*) increases Ca concentration and improves postharvest quality and shelf life. Mycologia 88 (3), 403-409.

FLEGG P.B. 1972. Response of the cultivated mushroom to temperature with particular reference to the control of cropping. Mushroom Science 8, 75-84. Citado por: CAREY A.T., O'CONNOR T.P. 1991, Influence of husbandry factors on the quality of fresh mushrooms (*Agaricus bisporus*). Science and Cultivation of Edible Fungi. Maher (ed.) Balkema Rotterdan, pp. 673- 682.

FLEGG P.B. 1989. Crop production. Mushroom Journal 197, 157-163.

GORMLEY T.R. 1969. Texture studies on mushroom. J. of Food Technology 4, 161-169.

HAMMOND J.B.W., NICHOLS R. 1977. Carbohydrate metabolism in Agaricus bisporus (Lange) Imbach: Metabolism of (C14) labelled sugars by sporophores and mycelium. New Phytologist 79, 315-325.

KALBERER P.P. 1990. Influence of the water potential of the casing soil on crop yield and on dry-matter content, osmotical potential and mannitol content of the fruit bodies of Agaricus bisporus. J. of Horticultural Science 65 (5), 573-581.

KALBERER P.P. 1995, Factors influencing the dry matter content of the fruit bodies of Agaricus bisporus. En: Science and Cultivation of Edible Fungi. Elliot (ed.) Balkema Rotterdan, pp. 417- 422.

KUKURA J.L., BEELMAN R.B., PEIFFER M., WALSH R. 1998. Calcium chloride added to irrigation water of mushrooms (Agaricus bisporus) reduces postharvest browning. J. of Food Science 63 (3), 454-457.

MC. CANNA C., GORMLEY T.R. 1969. Quality assesment of mushrooms: relationship between moisture loss, colour and toughness of harvested cultivated mushrooms. Mushroom Science 7, 485-492.

MIKLUS M.B., BEELMAN R.B. 1996. $CaCl_2$ treated irrigation water applied to mushroom crops (Agaricus bisporus) increases Ca concentration and improves postharvest quality and shelf life. Mycologia 88 (3) 403-409.

MOQUET F., RAMOS GUEDES-LAFARGUE M., VEDIE R., MAMOUN M., OLIVIER J.M. 1997. Optimun measure of cap colour in Agaricus bisporus wild and cultivated strains. J. of Food Science. 62 (5), 1054-1079.

NOBLE R., RAMA T., MILES S., BURTON K.S., STHEPHENS T.M., REED J.N. 1997. Influences of compost and casing layer depths on the mechanical properties of mushrooms. Ann. Appl. Biol. 131, 79-90.

OLIVIER J.M. 1984. Bacterial blotch in French caves. Symp. on Bacterial Blotch. Sep. 1982, Littlehampton U.K. pp. 31-53. Citado por: Burton K.S., Noble R. 1993, The influence of flush number, bruising and storage temperature on mushroom quality. Postharvest Biol. and Technol. 3, 39-47.

SCHISLER L.C. 1983. Quality/Size. Mushroom Journal 123, 81-89. Citado por Carey A.T., O´Connor T.P. 1991. Influence of husbandry factors on the quality of fresh mushrooms (Agaricus bisporus) Science and Cultivation of Edible Fungi. Maher (ed.) Balkema Rotterdan, pp. 673-682.

SIMÓN A., GURRIA A. 1998a. Empaquetado de champiñón (Agaricus bisporus) con cuatro tipos de film plástico. Alimentaria nº 293, 57-62.

SIMÓN A., GURRIA A. 1998b. Influencia de varios tratamientos de riego y de la florada sobre la calidad postrecolección del champiñón (Agaricus bisporus). Información Técnica Económica Agraria. 94v (1), 21-31.

SOLOMON J.M., BEELMAN R.B., BARTLEY C.E. 1991. Addition of calcium chloride and stabilized chlorine dioxide to irrigation water to improve quality and shelf life of Agaricus bisporus. En: Science and Cultivation of Edible Fungi Maher (ed.) Balkema Rotterdan, pp. 695- 701.

VEDDER P.J.C. 1991. Cultivo moderno del champiñón. Ed. Mundi Prensa. Madrid.

(Aceptado para publicación el 15 de octubre 1999)

ITEA (2000), Vol. **96V N.° 1,** 27-41

ACLAREO QUÍMICO DE FRUTOS DE MANZANO (*MALUS PUMILA* MILL.) cvs. STARKRIMSON Y GOLDEN SPUR EN PLANTACIONES DE ALTA DENSIDAD

R. Nieto-Ángel*, F. Gil-Albert Velarde**

* Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, 56230, Chapingo, México

** Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia, ETSIA, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid, España

RESUMEN

La investigación se realizó en el Campo de Prácticas de la ETSIA, Universidad Politécnica de Madrid, en 1993, en una plantación de manzano 'Starkrimson'/M-26 y MM-106 y 'Golden Spur'/MM-111, a 10.000 y 13.000 árbol·ha^{-1}, respectivamente, utilizando diferentes productos para el aclareo químico de frutos, y pulverizados cuando los frutos tenían alrededor de 25 mm de diámetro. En relación a la cantidad y calidad de frutos por árbol y al rendimiento, para 'Starkrimson' de 2,30 m de altura hasta la poda y manejado en cordón vertical, los productos químicos más eficientes en el aclareo de frutos fueron: Etefon, a 0,18 y 0,30 g·L^{-1} y carbaril a una concentración de 2,55 g·L^{-1}, en tanto que en 'Golden Spur' con las mismas características de manejo de los árboles, los productos más eficientes fueron: ANA a 16 mg·L^{-1}, carbaril a 1,27 y 2,55 g·L^{-1}, y posiblemente la combinación de giberelinas y benciladenina (AGs+BA) y Etefon, pero a concentraciones más bajas de las aquí utilizadas. El ANA en 'Golden Spur', favoreció el desarrollo de los frutos, en tanto que la urea, por los efectos secundarios de toxicidad en las estructuras vegetativas se considera ineficiente. El Etefon indujo un adelanto en la maduración de los frutos, favoreció la intensidad del color rojo y el amarillo brillante de los frutos, dependiendo del cultivar, y en 'Golden Spur' indujo un aumento en el contenido de sólidos solubles totales (SST) y una menor firmeza de los frutos. En los dos cultivares de manzano y en cuanto a los frutos comerciales (>65 mm), presentaron mayor firmeza en relación a los frutos de destrío, y sólo en 'Golden Spur' el contenido de sólidos solubles totales (SST) fue menor.

Palabras clave: Aclareo, Ácido naftalenacético (ANA), Carbaril, Etefon, Promalina (GA_{4+7} + benciladenina), Urea, Abscisión de frutos.

SUMMARY

CHEMICAL THINNING OF APPLE FRUITS (*MALUS PUMILA* MILL.) cvs STARKRIMSON AND GOLDEN DELICIOUS IN HIGH DENSITY PLANTING

Thinning of fruits trees has the following goals: to permit the remaining fruits the reception of enough quantity of carbohydrates to enhance their size and quality, to increase trees vigour, to avoid shoots breaking; and to facilitate the harvesting of fruits. For fruits abscission, more efficient chemical and concentrations were the following: for 'Starkrimson', Ethephon to 0.18 and 0.30 g·L^{-1}, and carbaryl to 2.55 g·L^{-1}; for 'Golden Spur', NAA to 16 mg·L^{-1}, carbaryl to 1.27 and 2.55 g·L^{-1}, and Ethephon

(0.18 $g \cdot L^{-1}$) and promaline (AGs+BA) (14.25+14.25 $mg \cdot L^{-1}$) alone at a lower concentrations. For 'Golden Spur', NAA had also a positive effect in fruits growth, whereas urea had a toxic effect in vegetative parts. Ethephon advanced the maduration time in eight days, enhanced red and yellow brilliant colors, and increased the content in total soluble solids (TSS) in 'Golden Spur'. For 'Starkrimson' earlier dates for hand thinning, when fruits were 27 mm diameter, produced higher yields of commercial fruits (54 $t \cdot ha^{-1}$) than later thinning dates.

Key words: Thinning, Carbaryl, NAA (naphthalenacetic acid), Ethephon, Promalina (GA_{4+7}+benzyladenine), Urea, Fruit abscission.

Introducción

El aclareo de frutos en árboles frutales, junto con la poda, la fertilización y el riego, integran las prácticas de cultivo de mayor importancia en la producción. En condiciones naturales, los árboles generalmente producen un número elevado de frutos, lo que implica que muchos de ellos no logren la calidad comercial. Con estas consideraciones y reconociendo que un árbol no puede soportar todos los frutos cuajados, este fenómeno debe corregirse mediante el aclareo, por lo que el aclareo de frutos tiene como objetivo, lograr que los frutos alcancen el tamaño y la calidad comercial, y paralelamente, mejorar el contenido de azúcares, el aroma, la firmeza, la coloración de la epidermis, entre los más importantes. En forma indirecta también, con esta práctica, se regula el fenómeno de alternancia de producción, se favorece la longevidad de los árboles y la producción acumulada (FAUST, 1989; GARCÍA DE OTAZO LÓPEZ, 1991; ALVARES REQUEJO, 1988; BALDINI, 1992; REBOUR, 1971; COUTANCEAU, 1971; ZARAGOZA *et al.*, 1990; SUÁREZ *et al.*, 1988; GREENE y AUTIO, 1990; BARONI *et al.*, 1990; FLORE *et al.*, 1990; MARTIN *et al.*, 1990).

Con el aclareo manual en manzano 'Anna', en una plantación de alta densidad, el rendimiento total disminuyó aunque se incrementó el peso promedio de los frutos; también se incrementó la coloración roja de los frutos (NIETO ANGEL y SADOWSKI, 1989). El aclareo manual de frutos, complementario al aclareo de frutos con ANA en manzanos 'Golden Delicious', al dejar un fruto por corimbo, la producción aumentó (80 $t \cdot ha^{-1}$), se mejoró el tamaño y los ingresos de los productores aumentaron en 300.000 pesetas por hectárea; el aclareo manual complementario a dos frutos por corimbo, no incrementó la producción ni el calibre de frutos (PASCUAL *et al.*, 1993).

El carbaril-50 (Sevin), es un insecticida de amplio espectro y poco peligroso para las abejas (DUFF *et al.*, 1983). El uso de este insecticida en el aclareo de frutos, es efectivo en cantidades de 1,5 a 3,5 $g \cdot L^{-1}$ de agua o combinado en proporciones de 1,2 a 2,4 $g \cdot L^{-1}$ de agua de ANA o ANAmida, aplicado entre los 14 y 25 días después de la máxima floración, o bien, cuando los frutos centrales del corimbo posean un diámetro entre 8 y 12 mm, principalmente en manzano 'Golden Delicious', 'Red Delicious', 'Jonathan' y 'Winesap' (ÁLVAREZ

REQUEJO, 1988). Este producto puede favorecer la presencia de russeting y de araña roja (*Panonychus ulmi* Koch.), particularmente en 'Golden Delicious' (GARCÍA DE OTAZO LÓPEZ, 1991).

El ANA debe aplicarse a concentraciones de 0,005 a 0,002% ó de 15 a 20 $mg \cdot L^{-1}$ o dependiendo del cultivar y la edad de los árboles (ÁLVAREZ REQUEJO, 1988; GARCÍA DE OTAZO LÓPEZ, 1991); en 'Delicious' a concentraciones de 2 a 5 $mg \cdot L^{-1}$ es suficiente (FAUST, 1989), aunque para manzano en general debe aplicarse a concentraciones de 15 $mg \cdot L^{-1}$ (WESTWOOD, 1982), con márgenes de hasta 20 a 30 $mg \cdot L^{-1}$ (BALDINI, 1992). La aplicación debe realizarse de 14 a 18 días después de la caída de pétalos, o cuando el fruto central del corimbo tenga entre 8 y 12 mm de diámetro, incluso, aplicándolo antes de la plena floración o siete días después de la máxima floración en manzano 'Delicious' (SALLY *et al.*, 1991).

El Ethrel induce la síntesis de etileno (C_2H_4) (ácido 2-cloroetilfosfónico) y provoca la abscisión de los frutos en posfloración (WESTWOOD, 1982). El Etefon como producto liberador de etileno, en cantidades de 1.500 $mg \cdot L^{-1}$ ó al 0,1% (i.a. 48%), induce buen aclareo de frutos e inhibe el crecimiento de los árboles (BYERS *et al.*, 1990).

La benciladenina (BA) fue señalada por GREENE y MILLER (1984) como un excelente inductor de la abscisión de frutos en varios cultivares de manzano, aplicado en postfloración entre 100 y 200 $mg \cdot L^{-1}$. Se menciona que la BA en el aclareo de frutos, y para 'McIntosh', 'Delicious', 'Golden Delicious', 'Mutsu', 'Empire' y 'Abas', a concentraciones de 75 a 100 $mg \cdot L^{-1}$ es suficiente (GREENE y AUTIO, 1990). La BA aplicada en la fase de división celular del fruto, incrementa el tamaño, induce una pulpa más firme y aumenta la concentración de sólidos solubles; esto se debe, al parecer, a un incremento de células por fruto, favoreciendo al mismo tiempo la floración del próximo ciclo (MCLAUGHLIN y GREENE, 1984; GREENE y AUTIO, 1990; GREENE y AUTIO, 1994).

La urea, fuente de nitrógeno y un constituyente natural de las plantas, ha sido recomendado por ZILKAH y colaboradores (1988) para el aclareo de frutos en melocotoneros, nectarinas y manzanas; LINK (1990) evaluó su efecto en manzano en 'Boskoop', 'Glocken', 'Gloster', 'Golden Delicious', 'Jonagold' y 'Karmijn', en cantidades de 1 y 12%, encontrando que la urea tuvo mejor efecto que el NAAmida, aunque al parecer, manifestó efectos secundarios en 'Golden Delicious' con una severa presencia de russeting en los frutos.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la efectividad de algunos productos químicos ya utilizados en la agricultura, en el aclareo de frutos de manzano, tratando de obtener la máxima producción de frutos comerciales y favorecer la calidad de los frutos.

Material y métodos

La investigación se desarrolló en 1993, en una plantación de manzano establecido en el Campo de Prácticas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid en Madrid, ubicado a los 40° 26' 36" Latitud N, 3° 44' 18" de longitud W y altitud de 595 m. Los cultivares de manzano utilizados fueron, 'Starkrimson'/MM-106 y M-26, con un marco de plantación de 0,50x2,00 m (10.000 $árbol \cdot ha^{-1}$) y 'Golden Spur'/MM-111, establecido en un marco de

0,50x1,50 m (13.000 árbol·ha^{-1}) y plantados en septiembre de 1977.

Los productos químicos utilizados en el aclareo de frutos, contienen diferente ingrediente activo y formulaciones comerciales distintas, y son las siguientes: Sevin 85, polvo mojable que contiene 85% de Carbaril (1-naftalenil metilcarbamato); Rhodofix, polvo mojable que contiene ácido α-naftalenacético (ANA) al 1%, regulador de crecimiento para árboles frutales; Promalina, regulador de crecimiento que esta compuesto por una citoquinina y benciladenina (6-benciladenina): 1,9% p/v (19 g·L^{-1}) y dos giberelinas A_4 y A_7: 1,9% p/v (19 g·L^{-1}); Fruitel, líquido soluble que contiene el 48% p/v (480 g·L^{-1}) de etefon (ácido 2-cloroetil fosfónico), regulador de crecimiento que induce la síntesis de etileno en las plantas; urea, se refiere al fertilizante común que está compuesto de 46% de nitrógeno total y menor de 0,25% de biuret.

El ensayo se estableció mediante un modelo aleatorio en un diseño estadístico completamente al azar con siete repeticiones, en donde cada una de la variedades de manzano fueron analizadas de forma individual, considerando que cada cultivar de manzano tienen distinta densidad de plantación. El modelo utilizado es el siguiente: $Yij=\mu+Ti+Eij$ (Y=variable de interés; μ=media; *Ti*=efecto de tratamiento; *Eij*= error experimental). Los tratamientos para los cultivares de manzano fueron los que aparecen en el cuadro de la página siguiente.

La máxima floración de 'Golden Spur' se observó en los días 8 y 9 de abril, mientras que en 'Starkrimson' la floración se presentó en los días 15 y 16 del mismo mes. La aplicación de los productos se realizó el 28 de mayo entre las 8 y las 11 horas, para evitar en lo posible, la pérdida de los productos por evaporación y volatización.

Antes de la aplicación de los productos, se evaluó la cantidad de frutos por árbol, dato que posteriormente se utilizó como covariable en el análisis de varianza. También se calculó el intervalo de confianza (*IC*) al 5%, definido como el rango de valores que, con cierta probabilidad forman parte de una población, y se aplicó a las diferentes variables para definir la "calidad" de los tratamientos, e identificar los "mejores" y los "peores" tratamientos. La ecuación del análisis del *IC* es la siguiente: $IC_{95\%}=\mu\pm t(0{,}975, gl)$ x SE. ($IC_{95\%}$=Intervalo de Confianza al 5%; μ=Media del tratamiento en cuestión; *t*=valores tabulados de *t* de la tabla de distribución de *t* de Student, rango -*t* a +*t*; *gl*=grados libertad del tratamiento; *SE*=Error Estándar).

La evaluación del color de los frutos se realizó al momento de la cosecha, en 24 frutos al azar por tratamiento, utilizando un Colorímetro Modelo CR-200. Para facilitar la comprensión de la numeración de colores, se halló la equivalencia de dichos números en el sistema de color Munsell, con la cual, los colores pueden ser identificados mediante letras y números obtenidos sobre la carta de colores tridimensional desarrollada por A. H. Munsell, ("Carta de color Munsell"). Se determinó la firmeza del fruto con un Penetrómetro (*Fruit pressure tester*), Modelo FT 327. Los sólidos solubles totales (SST) (°Brix) se evaluó por refractometría con un Refractómetro óptico manual, Modelo ATC-1, Escala 0-32% °Brix.

Resultados y discusión

Caracteres vegetativos de vigor de los árboles. Los caracteres, área de la sección transversal del tronco, número de brotes

Cuadro 1
Tratamientos del ensayo de aclareo de frutos de manzano en 'Starkrimson'/M-26 y MM-106 y 'Golden Spur'/MM-111 en Madrid. La aplicación de los productos químicos se realizó el 28 de mayo de 1993

TRAT. (Núm.)	INGREDIENTE ACTIVO (concentración)	CULTIVARES DE MANZANO	
		'Starkrimson'/M-26, MM-106 (10.000 árbol·ha-1)	'Golden Spur'/MM-111 (13.000 árbol·ha-1)
1	Control	X[a/]	X
2	Aclareo Manual	X	X
3	ANA 10 $mg \cdot L^{-1}$	X	X
4	ANA 16 $mg \cdot L^{-1}$	X	X
5	AGs+BA: 14,25+14,25 $mg \cdot L^{-1}$		X
6	AGs+BA: 28,25+28,25 $mg \cdot L^{-1}$		X
7	AGs+BA: 38+38 $mg \cdot L^{-1}$		X
8	Etefon 0,18 $g \cdot L^{-1}$	X	X
9	Etefon 0,30 $g \cdot L^{-1}$	X	X
10	Etefon 0,60 $g \cdot L^{-1}$	X	X
11	Carbaril 1,275 $g \cdot L^{-1}$	X	X
12	Carbaril 2,55 $g \cdot L^{-1}$	X	X
13	Urea 6,0%	X	X
14	Urea 12,0%	X	X
15	Etefon+(Ags+BA): 0,60 $g \cdot L^{-1}$ +(28,5+28,5) $mg \cdot L^{-1}$	X	

([a/]) Asignación de Tratamiento.
ANA: suministrado bajo formulación de Rhodofix: p/v (1,0, 1,6 $g \cdot L^{-1}$ de agua).
AGs (Giberelinas A_4 y A_7) + BA (Benciladenina): suministrado con Promalina: v/v (0,50, 0,75, 1,5 $cm^3 \cdot L^{-1}$ de agua).
Etefon: suministrado con Fruitel: v/v (0,375, 0,625, 1,25 $cm^3 \cdot L^{-1}$ de agua).
Carbaril: suministrado bajo formulación de Sevin 85: p/v (1,5, 3,0 $g \cdot L^{-1}$ de agua).
Urea: p/v (60, 120 $g \cdot L^{-1}$ de agua).

vegetativos mayores de 10 cm de largo y número de frutos por árbol como efecto de los tratamientos, fueron las variables que influyeron significativamente al número y al peso de los frutos comerciales (≥65 mm de diámetro) en los dos cultivares. Desde el punto de vista fisiológico, la respuesta de estos caracteres de vigor vegetativo tienen su efecto en el desarrollo e incluso, en el cuajado de los frutos.

Los valores medios de estos caracteres, previo al establecimiento del ensayo, fueron igual en los dos cultivares en el número de frutos por corimbo, 3; la altura de los árboles hasta la poda, 2,33 m; en tanto que para el número de brotes mayores de 10 cm

de largo, 'Starkrimson' indujo 13 brotes, mientras que en 'Golden Spur' fue de 22 por árbol; el área de la sección transversal del tronco en 'Starkrimson' fue de 17,59 cm^2 y en 'Golden Spur de 25,33 cm^2.

Número y rendimiento de frutos comerciales por árbol. Los tratamientos con mayor efecto, desde el punto de vista estadístico y del *IC* al 5% en el aclareo de frutos en 'Starkrimson', el tratamiento con carbaril a la concentración de 2,55 $g \cdot L^{-1}$ fue el que indujo 24 frutos comerciales por árbol e igualmente el tratamiento que presentó el mayor rendimiento (28,5 $t \cdot ha^{-1}$). Dentro de este intervalo, los tratamientos con Etefon al 0,18 $g \cdot L^{-1}$, con 22,5 frutos·$árbol^{-1}$ y 23,5 $t \cdot ha^{-1}$; Etefon al 0,60 $g \cdot L^{-1}$, con 21 frutos·$árbol^{-1}$ y 28 $t \cdot ha^{-1}$, y en el límite inferior, el tratamiento con urea al 6%, con 17,5 frutos por árbol, equivalente a 25 $t \cdot ha^{-1}$, y la combinación de Etefon y AGs+BA (figura 1), productos estadísticamente iguales al 5% con el carbaril al 2,55 $g \cdot L^{-1}$, por lo que puede deducirse que el Etefon a las concentraciones de 0,18 y 0,60 $g \cdot L^{-1}$ y carbaril a 2,55 $g \cdot L^{-1}$, manifestaron el mayor número y rendimiento de frutos comerciales por árbol.

Para el caso de 'Golden Spur' en cuanto al mayor número de frutos comerciales, ANA a 16 $mg \cdot L^{-1}$ con 32 frutos comerciales por árbol, equivalente a 49 $t \cdot ha^{-1}$, y carbaril a 2,55 $g \cdot L^{-1}$ con 26 frutos y 39 $t \cdot ha^{-1}$, fueron los tratamientos que quedaron dentro del *IC* al 5%, lo que se concluye que son estos dos los productos y a las concentraciones aplicadas, los más eficientes para el aclareo de frutos (figura 2), aunque los tratamientos con ANA a la concentración de 10 $mg \cdot L^{-1}$, AGs+BA en sus tres concentraciones y la urea, son los productos que indujeron los valores más altos de peso y rendimiento, por lo que estos reguladores de crecimiento probablemente participaron en el desarrollo de los frutos, debido a su función de multiplicación celular (FAUST, 1989), y no tanto en la inducción de la abscisión de frutos, quizá porque las concentraciones fueron relativamente bajas.

También y de acuerdo a la eficacia del ANA, carbaril y la combinación de giberelinas+benciladenina en el aclareo de frutos en 'Golden Spur', en las condiciones del actual sistema de manejo de los árboles, supondría incrementar las concentraciones de ANA y carbaril, y disminuir las de AGs+BA y las de Etefon, debido principalmente por los bajos rendimientos, como un claro indicador de mayor inducción en la abscisión de los frutos. Es conveniente reiterar que el ANA a concentraciones altas y el Etefon, son inductores de la síntesis de etileno (YANG, 1980; FLORE *et al.*, 1990).

Color de los frutos. El color de los frutos de 'Starkrimson', expresado en valores de L, ±a (rojo-verde) y ±b (amarillo-azul), en el análisis de varianza y en la comparación de medias, los frutos de los tratamientos manual y con Etefon a 0,30 $g \cdot L^{-1}$, fueron los más rojos, menos amarillos y con menor claridad, aunque mediante el uso del sistema Munsell, sólo los frutos de árboles pulverizados con Etefon, fueron de un color rojo más uniforme, en tanto que los frutos con carbaril, el color fue de amarillo a rojo (cuadro 2).

Con estos resultados se reafirma lo expresado por varios investigadores que el Etefon es un regulador de crecimineto promotor de la síntesis de etileno endógeno, y que dado su efecto de "envejecimiento" de órganos vegetales, acelera la transformación de la clorofila a pigmentos de color, no así para los frutos del tratamiento manual, en la que, a pesar de existir una mayor disponibilidad de carbohidratos para el desarrollo de los frutos, con el uso del sistema

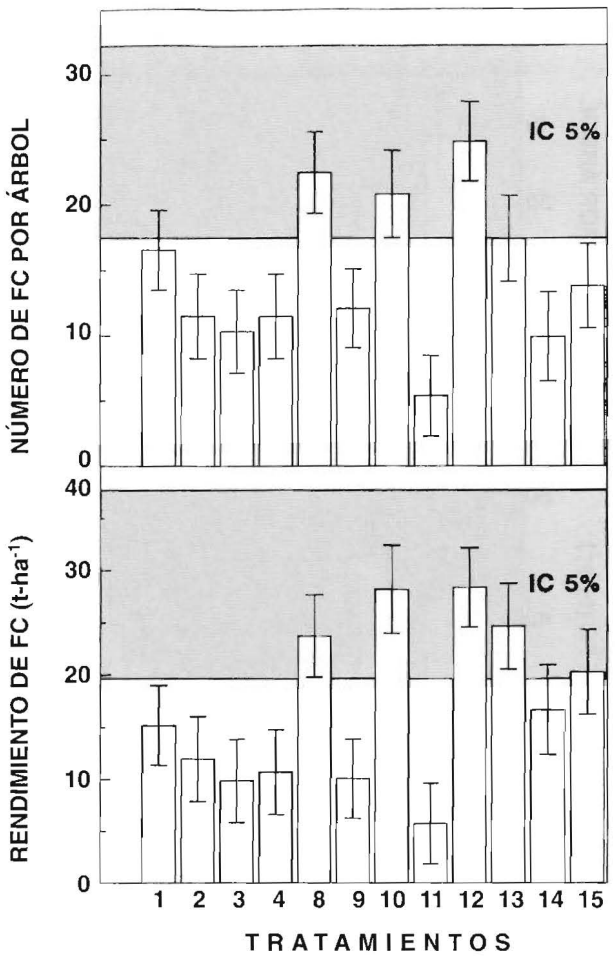


Figura 1. Número y rendimiento (t·ha^{-1}) de frutos comerciales (≥65 mm de diámetro), como efecto de la aplicación de productos químicos para el aclareo de frutos (1:control; 2: manual; 3: ANA 10 mg·L^{-1}; 4: ANA 16 mg·L^{-1}; 8: Etefon 0.18 g·L^{-1}; 9: Etefon 0,30 g·L^{-1}; 10: Etefon 0,60 g·L^{-1}; 11: carbaril 1,27 g·L^{-1}; 12: carbaril 2,55 g·L^{-1}; 13: urea 6%; 14: urea 12%; 15: Etefon 0,60 g·L^{-1}+(AGs 28,5+BA 28,5 mg·L^{-1}), con un nivel de P=0,0001 e IC del 5% sobre el tratamiento 12, en manzano 'Starkrimson' a una densidad de 10.000 árbol·ha^{-1} en Madrid, 1993.

Munsell, el color rojo de los frutos no fue suficiente. Los frutos de calibre ≥65 mm de diámetro, fueron estadísticamente (P≤0,05) más rojos que los de destrío, lo que indica que los frutos de mayor tamaño han acelerado su madurez, confirmando estos resultados con los valores del sistema Munsell (cuadro 3).

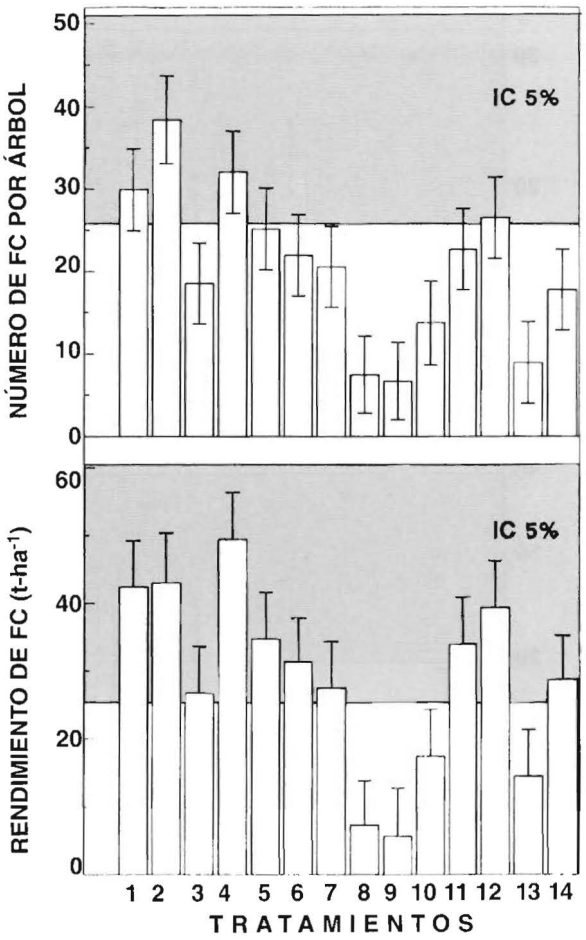


Figura 2. Número y rendimiento (t·ha^{-1}) de frutos comerciales (≥65 mm de diámetro), como efecto de la aplicación de productos químicos para el aclareo de frutos (1:control; 2: manual; 3: ANA 10 mg·L^{-1}; 4: ANA 16 mg·L^{-1}; 5: AGs 14,5+BA 14,5 mg·L^{-1}; 6: AGs 28,5+BA 28,5 mg·L^{-1}; 7: AGs 38+BA 38 mg·L^{-1}; 8: Etefon 0,18 g·L^{-1}; 9: Etefon 0,30 g·L^{-1}; 10: 0,60 Etefon g·L^{-1}; 11: carbaril 1,27 g·L^{-1}; 12: carbaril 2,55 g·L^{-1}; 13: urea 6%; 14: urea 12%, con un nivel de P=0,0001 e IC del 5% sobre el tratamiento manual, en manzano 'Golden Spur' a una densidad de 13.000 árbol·ha^{-1} en Madrid, 1993.

Los resultados de la misma variable en 'Golden Spur', la comparación de medias ($P \leq 0,05$) reportó que los frutos con aclareo manual y el tratamiento aplicado con Etefon, la coloración de las cortezas de los frutos fueron más amarillos y brillantes, aunque un poco superior en los frutos con Etefon. Al realizar la conversión Munsell, los frutos derivados de los tratamientos manual, AGs+BA: 38+38 mg·L^{-1} y Etefon,

Cuadro 2
Caracterización de color y conversión a la notación Munsell de frutos de manzano como efecto del aclareo químico, cv. Starkrimson, de un sistema en alta densidad de 10.000 árbol-ha^{-1} en Madrid, 1993

Tratamiento	L Claridad	a rojo-verde	b amar-azul	C[a] croma	Sistema de color Munsell	Interpretación del color
Control	54,95 a[b]	10,73 bc	14,03 a	17,66	2.5YR 7/3	Tono 5YR (amar.-rojo); Claridad 7; Croma 3
Manual	48,13 b	15,14 a	7,15 b	16,74	7.5YR 7/3	Tono 5YR (amar.-rojo); Claridad 7; Croma 3
Etefon 0,30 g·L^{-1}	49,64 b	14,11 ab	10,03 b	17,31	5R 5/3	Tono 5R (rojo); Claridad 5; Croma 3
Carbaril 2,55 g·L^{-1}	53,46 a	9,24 c	13,86 a	16,65	5YR 5/3	Tono 5YR (amar.-rojo); Claridad 5; Croma 3

([a]) $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$.
([b]) Valores con la misma letra son iguales estadísticamente por columna, de acuerdo a la Prueba de Scheffe al $P \leq 0,05$.

presentaron coloraciones de más a menos amarillos, respectivamente, en tanto que los frutos del tratamiento testigo, manifestaron coloraciones de color verde-amarillo (cuadro 4). Estos datos confirman los resultados obtenidos por otros investigadores, en el que los frutos con tratamiento manual y los tratados con algún regulador de crecimiento y que hayan presentado efectividad en la abscisión de frutos, éstos aceleran la maduración de los frutos, y en consecuencia, adoptan más rápidamente el color natural característico del cultivar.

En cuanto al tamaño de los frutos, los frutos comerciales fueron más amarillos y más claros ($P \leq 0,05$), aunque al transformar los valores al sistema Munsell, el tono del color, la claridad y el croma de los frutos, no presentaron diferencias significativas (cuadro 5). La importancia del aclareo de frutos en diversas especies frutícolas con el objetivo de obtener frutos de mayor calidad, además de las ventajas agronómicas y económicas adicionales, están sostenidas por ÁLVAREZ REQUEJO (1988), BALDINI (1992), REBOUR (1971), COUTANCEAU (1971), ZARAGOZA *et al.* (1990), SUÁREZ *et al.* (1988), GREENE *et al.* (1990), BARONI *et al.* (1990), FLORE *et al.* (1990) y MARTIN *et al.* (1990).

Firmeza de la pulpa de los frutos. Del grupo de variables de calidad de los frutos evaluados en el presente ensayo, una de ellas es la firmeza (kg) de la pulpa. Los resultados en 'Starkrimson' (figura 3), resultaron no significativos por tratamiento (*ns*), contrariamente a 'Golden Spur', en el que los frutos de los tratamientos control, manual y con ANA a 16 mg·L^{-1}, fueron más firmes que los del tratamiento con Etefon al 0,30 g·L^{-1} ($P=0,0003$) (figura 4), lo que se confirma que los frutos de los

Cuadro 3
Caracterización de color y conversión a la notación Munsell de frutos de manzano como efecto del aclareo químico, cv. Starkrimson, de un sistema en alta densidad de 10.000 árbol-ha^{-1} en Madrid, 1993

Tratamiento	L Claridad	a rojo-verde	b amar-azul	C[a] croma	Sistema de color Munsell	Interpretación del color
Comerciales (≥65 mm de diámetro)	50,98 b[b]	13,22 a	10,72	17,01	10R 5/4	Tono 10R (rojo); Claridad 5; Croma 4
De destrio (<65 mm de diámetro)	52,41 a	11,17 b	12,13	16,48	2.5YR 7/3	Tono 2,5YR (amar.-rojo); Claridad 7; Croma 3

([a]) $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$.
([b]) Valores con la misma letra son iguales estadísticamente por columna, de acuerdo a la Prueba de Scheffe al $P \leq 0,05$.

árboles tratados con Etefon al acelerar el proceso de madurez disminuyen su firmeza.

En cuanto al tamaño de los frutos en los dos cultivares (figuras 3 y 4), los frutos de destrío (<65 mm de diámetro) fueron más firmes que los frutos comerciales (0,6 kg en 'Starkrimson' y 0,35 kg en 'Golden Spur'), ambos al nivel de $P \leq 0,01$. La explicación que puede darse a los resultados obtenidos, es que los frutos más pequeños correspondan, probablemente, a flores más tardías y en consecuencia, presenten una menor madurez en relación a los frutos comerciales.

Contenido de sólidos solubles totales de los frutos (°Brix) (SST). En los dos cultivares, el contenido de sólidos solubles totales (SST) de los frutos del tratamiento manual fueron estadísticamente superior en relación a los frutos del tratamiento control, Etefon y con carbaril, y no significativo (*ns*) entre los dos tamaños de frutos (figura 3). En 'Golden Spur', los tratamientos manual y con Etefon, indujeron valores estadísticamente más altos, en tanto que al evaluar el tamaño, los frutos comerciales presentaron concentraciones más alevadas de SST (figura 4).

La resultados de este carácter confirman la importancia del aclareo de frutos en manzano, y coinciden con los reportados por ÁLVAREZ REQUEJO (1988) y COUTANCEU (1971), pero fundamentalmente con los de BOYHAN *et al.* (1992), al indicar que los contenidos altos de SST en los frutos, forma parte importante de la calidad de los frutos, coincidiendo en el presente trabajo, en el que los frutos del tratamiento manual, por realizarse esta práctica con mayor anticipación, selectividad e intensidad, la cantidad de carbohidratos y la disponibilidad de este compuesto orgánico para utilizarse en los frutos que permanecen en los árboles, también es mayor, aunque para el caso de 'Golden Spur' aplicado con Etefon a 0,30 g·L^{-1} y en los frutos comerciales, fueron los frutos con mayor contenido de SST. La explicación de este comportamiento podría

Cuadro 4
Caracterización de color y conversión a la notación Munsell de frutos de manzano como efecto del aclareo químico, cv. Golden Spur, de un sistema en alta densidad de 13.000 árbol-ha^{-1} en Madrid, 1993

Tratamiento	L Claridad	a rojo-verde	b amar-azul	C[a] croma	Sistema de color Munsell	Interpretación del color
Control	65,81 c[b]	-10,26 b	30,06 d	31,76	2,5GY 7/5	Tono 2,5GY (verde-amarillo); Claridad 7; Croma 5
Manual	67,72 c	-7,69 a	33,97 c	34,82	10Y 8/5	Tono 10Y (amarillo); Claridad 8; Croma 5
AGs+BA: 38+38 mg·L^{-1}	70,67 b	-13,85 c	44,20 b	46,31	10Y 8/6	Tono 10Y (amarillo); Claridad 8; Croma 6
Etefon 0,30 g-L^{-1}	76,87 a	-6,85 a	50,25 a	50,71	7,5Y 8/7	Tono 7,5Y (amarillo); Claridad 8; Croma 7

([a]) $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$.
([b]) Valores con la misma letra son iguales estadísticamente por columna, de acuerdo a la Prueba de Scheffe al $P \leq 0,05$.

Cuadro 5
Caracterización de color y conversión a la notación Munsell de frutos de manzano como efecto del aclareo químico, cv. Golden Spur, en un sistema de alta densidad de 13.000 árbol-ha^{-1} en Madrid, 1993

Frutos	L Claridad	a rojo-verde	b amar-azul	C[a] croma	Sistema de color Munsell	Interpretación del color
Comerciales (≥ 65 mm de diámetro)	70,54 aa	-9,60 a	39,85 a	40,98	10Y 8/6	Tono 10Y (amarillo); Claridad 8; Croma 6
De destrio (< 65 mm de diámetro)	67,29 b	-11,34 b	35,38 b	37,15	10Y 8/6	Tono 10Y (amarillo); Claridad 8; Croma 6

([a]) $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$.
([b]) Valores con la misma letra son iguales estadísticamente por columna, de acuerdo a la Prueba de Scheffe al $P \leq 0,05$.

atribuirse a lo avanzado de la madurez de los frutos inducido por el etileno y a la eficiencia en la transformación de los compuestos con mayor concentración de acidez a azúcares.

Conclusiones

1. En los dos cultivares en estudio, el número de frutos por árbol en el tratamiento control fueron idénticos: 88 en 'Star-

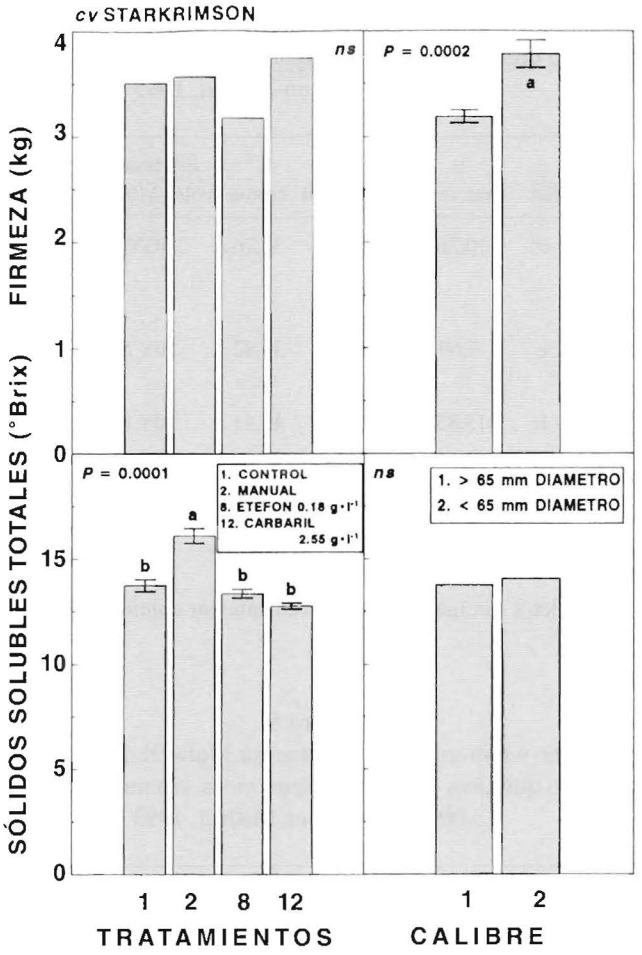


Figura 3. Evaluación de la firmeza (kg) y contenido de sólidos solubles totales (°Brix) en frutos de manzano 'Starkrimson', por tratamiento y tamaño (calibre) como efecto del aclareo químico de frutos, de una plantación en alta densidad de 10.000 árbol·ha^{-1} en Madrid, 1993.

krimson' y 86 en 'Golden Spur'; en el tratamiento aclareo manual, en el primer cultivar se eliminaron el 59% de frutos por árbol, dejando sólo 36 de ellos; en 'Golden Spur' se suprimieron el 51%, dejando 42 frutos por el árbol, cantidad relativamente superior que en 'Starkrimson'. El efecto de los tratamientos con los productos en la abscisión de frutos en 'Starkrimson', al nivel del 5% en el *IC*, los resultados fueron los siguientes: Etefon al 0,18 g·L^{-1} manifestó una abscisión del 47%, Etefon al 0,30 g·L^{-1}, indujo una abscisión del 88%. En 'Golden Spur', los tratamientos con

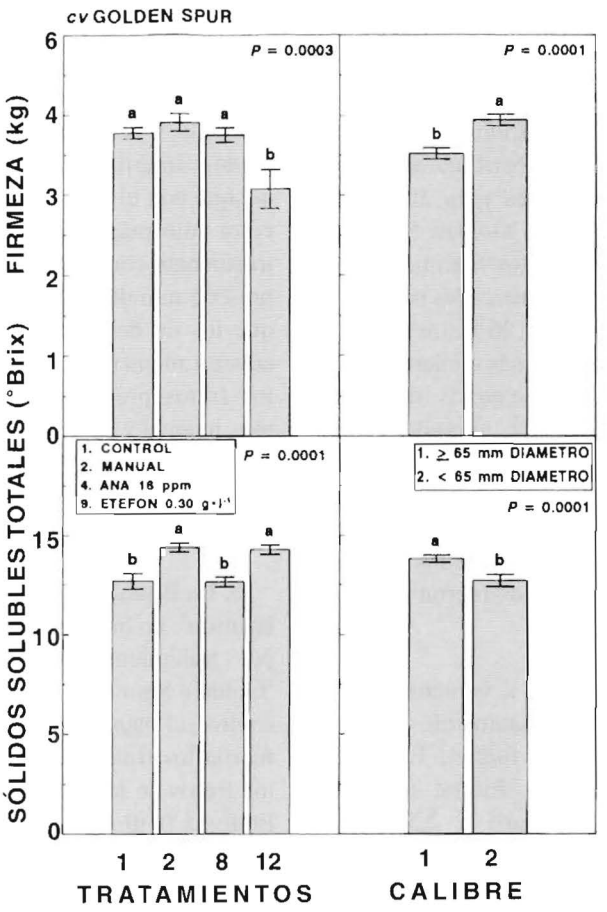


Figura 4. Evaluación de la firmeza (kg) y contenido de sólidos solubles totales (°Brix) en frutos de manzano 'Golden Spur', por tratamiento y tamaño (calibre) como efecto del aclareo químico de frutos, de una plantación en alta densidad de 13.000 árbol·ha^{-1} en Madrid, 1993.

máximos porcentajes de abscisión fueron: ANA a 10 y 16 mg·L^{-1}; giberelinas (AG_4 y AG_7) AGs al 28,5 + benciladenina (BA) al 28,5 mg·L^{-1}; AGs al 38+BA al 38 mg·L^{-1}; Etefon al 0,18, 0,30 y 0,60 g·L^{-1}; carbaril al 1,27 g·L^{-1} y urea al 6 y 12%.

2. En relación al número de frutos comerciales por árbol, en 'Starkrimson', los árboles pulverizados con Etefon al 0,18 y 0,60 g·L^{-1} y los aplicados con carbaril al 2,55 g·L^{-1}, presentaron una mayor cantidad de frutos comerciales. En el cv. Golden Spur, la mayoría de los tratamientos presentaron cantidades relativamente altas de frutos comerciales, a excepción de los árboles con Etefon en sus tres concentraciones.

3. En 'Starkrimson' la mayor cantidad y peso de frutos comerciales por árbol se obtuvo de los tratamientos con Etefon al 0,18 g·L^{-1} (22,5 frutos), Etefon al 0,60 g·L^{-1} (21 frutos), carbaril al 2,55 g·L^{-1} (24 frutos), y urea al 6% (17,5 frutos), interpretando que el Etefon y el carbaril fueron los dos productos más eficientes para el aclareo químico de frutos. En 'Golden Spur', el efecto de los tratamientos fueron: ANA a 16 mg·L^{-1} (32 frutos comerciales por árbol) y carbaril al 2,55 g·L^{-1} (26 frutos), fueron los productos químicos más eficientes en el aclareo de frutos, aunque en los tratamientos con ANA a 10 mg·L^{-1}, AGs+BA en sus tres concentraciones, urea y también el Etefon a 0,18 g·L^{-1}, indujeron un reducido número de frutos comerciales por árbol, debido probablemente porque las concentraciones de los productos fueron relativamente bajas.

4. En 'Starkrimson' a la densidad de 10.000 árbol·ha^{-1}, los tratamientos con los máximos rendimientos fueron: Etefon al 0,18 g·L^{-1} (23,5 t·ha^{-1}), Etefon con 0,60 g·L^{-1} (28 t·ha^{-1}), carbaril a 2,55 g·L^{-1} (28,5 t·ha^{-1}), y finalmente la urea al 6% (25 t·ha^{-1}), aunque la combinación de Etefon con AGs+BA, el rendimiento fue de 20 t·ha-1, por lo que se confirma que el Etefon y el carbaril pueden ser los mejores productos para el aclareo de frutos de manzano en el cultivar de referencia. En 'Golden Spur' a la densidad de 13.000 árbol·ha^{-1}, los mejores tratamientos fueron: ANA a 10 mg·L^{-1} (27 t·ha^{-1}), ANA a 16 mg·L^{-1} (49 t·ha^{-1}, máximo rendimiento), seguidos y en forma descendente, AGs+ +BA: 14,25+14,25 (35 t·ha^{-1}), 28,5+28,5 (31,5 t·ha^{-1}), 38+38 mg·L^{-1} (28 t·ha^{-1}), carbaril en sus dos concentraciones (35 y 39 t·ha^{-1}), urea al 12% (28 t·ha^{-1}); confirmando la eficacia de ANA y carbaril, y posiblemente de AGs+BA y Etefon, aunque debe disminuirse la concentración.

5. El color de los frutos en 'Starkrimson', en los tratamientos manual y Etefon a 0,30 g·L^{-1}, los frutos fueron más rojos, menos amarillos y con menor claridad, aunque con el uso del sistema Munsell, el color rojo más uniforme fue sólo para el tratamiento con Etefon. Los frutos con calibre ≥65 mm de diámetro, fueron más rojos que los de destrío. En 'Golden Spur', el aclareo manual y el aplicado con Etefon, los frutos presentaron un color amarillo más intenso y uniforme, en tanto que para el tamaño de los frutos, los comerciales fueron menos verdes, más amarillos y más claros.

6. La firmeza (kg) de la pulpa en 'Starkrimson', no hubo diferencias significativas por tratamiento (*ns*), contrariamente a 'Golden Spur', en la que el tratamiento control, el manual y con ANA a 16 mg·L^{-1}, fueron los frutos más firmes en relación a los frutos de los árboles pulverizados con Etefon a 0,30 g·L^{-1}. A nivel de tamaño de los frutos, los de destrío fueron más firmes (0,6 kg en 'Starkrimson' y 0,35 kg en 'Golden Spur'), en los dos cultivares.

7. Los resultados del contenido de sólidos solubles totales en los frutos (°Brix), se manifestó diferencias significativas entre cultivares. En 'Starkrimson' el tratamiento manual fue estadísticamente superior al tratamiento control, Etefon y carbaril, y no hubo diferencias significativas entre los dos tamaños de frutos. En 'Golden Spur', los tratamientos manual y con Etefon, indujeron los máximos contenidos de sólidos solubles totales (SST), en tanto que en los frutos comerciales los contenidos fueron más elevados.

Bibliografía

ÁLVAREZ REQUEJO S. 1988. El Manzano. 5a Edic. Coedic. M. A. P. A. Editorial Aedos, S. A. pp. 326-334.

BARONI G., MADINELLI C., LAIN O., MASIA A. 1990. Fruit thinning in peach, nectarine and sweet cherry by Metribuzin, an inhibitor of Photosynthesis. XXIII International Horticultural Congress. Firenze, Italia. Abst. 3.282.

BALDINI E. 1992. Arboricultura General (traducido del Italiano por J. de la Iglesia González). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 291, 344-352.

BOYHAN G.E., NORTON J.D., ABRAHAM B.R., PITTS J.A. 1992. GA_3 and thinning affect fruit quality and yield of 'AU-Rubrum' plum. HortSci. 27(9):1045.

BYERS R.E., LYONS C.G. Jr., HORSBURGT L. 1982. Comparisons of Sevin and Vidate for thinning apple. HortSci. 17: 777-778.

COUTANCEU M. 1971. Fruticultura. Sda. Edic. Oikos-Tau, S. A.- Ediciones. Barcelona, España. pp. 99-101, 503-506.

DUFF M.J., ATKINS L., HANNEY B., JOHANSEN C., MAYER D., NELSON R. 1983. Sevin XLR: Reducing hazard to honey bees. Union Caribe Ag Publication 83.505:1-11.

FAUST M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees. John Wiley & Sons, U.S.A.

FLORE J.A., TODD S., NERI D., PETERLUNGER E. 1990. Development of a bioassay to estimate variability in apple chemical thinning response to NAA. XXIII International Horticultural Congress. Firenze, Italia. Abst. 1.881.

GARCÍA DE OTAZO LÓPEZ J. 1991. El aclareo químico del manzano. Fruticultura Profesional 38: 71-75.

GREENE D.W. MILLER P. 1984. Uses of 6-benzyladenine as a chemical thinner for apples. HortSci. 19:528.

GREEENE D.W., AUTIO W.R., 1990. Thinning activity of benzyladenine on several apple cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(3):394-400.

GREENE D.W., AUTIO W.R. 1994. Combination spray with benzyladenine to chemical thin spur-type 'Delicious' apples. HortSci. 29(8):887-890.

LINK H. 1990. Urea an alternative processes involved in abscission. HortSci. 6(4)376-378.

MARTÍN G.C., NISHIJIMA C., RAPOPORT H.F. 1990. Abscission response of olive flower and fruit populations to NAA. XXIII International Horticultural Congress. Firenze, Italia. Abst. 1.891.

MCLAUGHLIN LM., GREENE D.W. 1984. Effects of BA, GA_{4+7} and daminozide on fruits set, fruit quality, vegetative growth, flower initiation and flower quality of 'Golden Delicious' apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109:34-39.

NIETO ANGEL R., SADOWSKI A. 1989. Efecto de la aplicación de Alar y del raleo manual en manzano cultivar Anna bajo dos densidades de plantación. Chapingo 62/63: 97-101.

PASCUAL M., URBINA V., COSTA J. 1993. Eficiencia del aclareo manual de frutos, complementario al aclero químico, en manzanos cv Golden Delicious. ITEA 89(3): 129-135.

REBOUR H. 1971. Frutales Mediterráneos. (traducido del Francés por F. Gil-Albert Velarde). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 157-159.

SALLY A.B., JONES K.M., KOEN T.B., OAKFORD M.J., BARRETT M.H., STONE N.E. 1991. The interaction of Cytolin and NAA on cropping red 'delicious' apple. J. Hort. Sci. 66(5):559-567.

SUAREZ M.P., LÓPEZ-RIVAS P., ORDOVAS J., RALLO L. 1988. Ensayos extensivos de aclareo de frutos en olivo. Actas del III Congreso Soc. Esp. de Ciencias Hort., España. pp. 182-187.

WESTWOOD M.N. 1982. Fruticultura de Zonas Templadas. (traducido del Inglés por L. Rallo Romero y colaboradores). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 217-240.

YANG S.F. 1980. Regulation of Ethylene biosynthesis. HortSci. 15(3):238-243.

ZARAGOZA S., TRENOR I., ALONSO E. 1990. Influencia del aclareo sobre el calibre de los frutos Satsuma clausellina. Acta de Horticultura. I Congresso Ibérico de Ciéncias Hortícolas. Lisboa, Portugal. III: 113-118.

ZILKAN S., KLEIN I., DAVID I. 1988. Thinning peach and nectarines with Urea. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 63(2):209-216.

(Aceptado para publicación el 15 de octubre 1999)

ITEA (2000), Vol. **96V N.° 1**, 42-48

RESISTENCIA AL CARBÓN BLANCO DE LA BORRAJA (*Entyloma serotinum* Cif)

José M.ª Álvarez*, Carlos David Lahoz*, Fernando Villa**

* Unidad de Tecnología en Producción Vegetal, Servicio de Investigación Agroalimentaria (D.G.A.), Apartado 727, 50.080 Zaragoza, España

** Centro de Técnicas Agrarias, Apartado 727, 50.080 Zaragoza, España

RESUMEN

La borraja (*Borago officinalis* L.) es un cultivo hortícola típico del Valle Medio del Ebro, zona en la que recientemente ha adquirido gran importancia bajo invernadero, donde se obtienen excelentes resultados desde el punto de vista de rendimientos y de calidad. Sin embargo, la intensificación del cultivo ha supuesto una mayor incidencia de problemas fitosanitarios, entre los cuales uno de los más importantes es la enfermedad denominada carbón de la borraja o 'mancha blanca' que está causada por el hongo *Entyloma serotinum* Cif.

En este trabajo se han evaluado cuatro genotipos de borraja para resistencia a *E. serotinum,* inoculándolos artificialmente mediante frotamiento con plantas atacadas por el hongo, y al mismo tiempo se ha efectuado una caracterización morfológica de los mismos, para lo que se han determinado los siguientes parámetros: días a floración, altura, peso, número y longitud de pecíolos, número de brotes laterales, y rendimiento comercializable.

Uno de los genotipos ensayados, la línea 'n.° 1', mostró un cierto interés ya que, además de presentar un mayor nivel de resistencia al hongo, tiene también otros caracteres positivos como una mayor longitud de pecíolos y un buen rendimiento.

Palabras clave: *Borago officinalis, Entyloma serotinum,* Resistencia, Inoculación artificial, Caracterización morfológica.

SUMMARY

ENTYLOMA SEROTINUM Cif. RESISTANCE IN BORAGE

Borage (*Borago officinalis* L.) is a typical vegetable crop of the Ebro Valley, where recently it became the most important greenhouse crop because of the yield and quality obtained. Nevertheless, the growth of borage as a protected crop has increased its phytopathological threats, like the disease caused by the fungus *Entyloma serotinum* Cif.

In this work we tried to assess the *E. serotinum* resistance of four borage genotypes which were inoculated with *E. serotinum* by rubbing diseased tissue on testing plants, and at the same time, those genotypes were morphologically characterized by the following parameters: days to flowering, plant height and weight, number and length of the petiols, number of branches, and marketable yield.

Of the tested genotypes, line 'n.° 1' appeared to be the most interesting one, because it showed the highest resistance level, the longest petiols and the highest marketable yield.

Key words: *Borago officinalis, Entyloma serotinum,* Resistance, Artificial inoculation, Morphological characterization.

Introducción

El cultivo de la borraja (*Borago officinalis* L.) como especie hortícola es típico del Valle del Ebro, área en la que la producción se destina a la alimentación humana. De la planta se aprovechan los pecíolos de las hojas consumidas en forma de verdura. En otras latitudes se experimenta con la especie para la producción de semillas, ricas en ácido gamma-linolénico, de utilidad en la industria cosmética y farmaceútica (WILLIS, 1981; CARTER, 1988).

Tradicionalmente se venía cultivando al aire libre, aunque con la implantación de los invernaderos se realiza cultivo protegido con excelentes resultados, obteniéndose un producto de mayor calidad durante gran parte del año (ÁLVAREZ y VILLA, 1994). En Aragón se puede decir que la borraja se ha convertido en el cultivo más rentable bajo invernadero, donde prácticamente todas las explotaciones la cultivan como cabeza de alternativa (PROL, 1992).

La intensificación del cultivo, que ha supuesto su introducción en los invernaderos, ha implicado una mayor incidencia de problemas fitosanitarios, entre los cuales uno de los más importantes es la enfermedad denominada carbón de la borraja o "mancha blanca" que está producida por el hongo *Entyloma serotinum* Cif. (BERRA, 1989). Se trata de una enfermedad bien conocida desde hace años por los agricultores que cultivaban la borraja al aire libre, donde los ataques eran muy livianos y no producía daños de importancia. Sin embargo, al introducir el cultivo bajo túnel de plástico ha aumentado considerablemente la incidencia de la enfermedad (FERNÁNDEZ-CAVADA, 1990).

El hongo coloniza las hojas formando numerosas manchas blanquecinas que, en ataques graves, llegan a cubrir prácticamente toda la superficie foliar. A medida que avanza la enfermedad, alrededor de la mancha se forma un anillo pardo-violáceo muy característico, y finalmente se necrosa (FERNÁNDEZ-CAVADA, 1990). No se ha observado nunca colonización de pecíolos, incluso en el caso de ataques muy fuertes. La infección comienza por las hojas más viejas y cercanas al suelo, colonizando también los cotiledones, y se va propagando hacia las más jóvenes sin que normalmente llegue a afectar a las más próximas a la yema terminal. El carbón aparece sobre las hojas con la llegada de los fríos, durante el período otoño-invierno, desapareciendo a medida que aumentan las temperaturas en primavera (BERRA, 1989).

Si el ataque es débil, o se inicia sobre plantas bien desarrolladas, los daños son ligeros y no pasan de una depreciación de la borraja desde el punto de vista comercial. Pero si los ataques son muy intensos, o la enfermedad se inicia en las primeras

fases del cultivo, el rendimiento puede llegar a verse gravemente afectado.

El control químico de la enfermedad es empleado generalmente por los agricultores, utilizándose diversos productos, siendo los más usados el miclobutanil y el quinometionato. Sin embargo de entre las varias estrategias existentes para la lucha contra las enfermedades de las plantas, el desarrollo y utilización de cultivares resistentes es posiblemente la más práctica y económicamente eficiente, además de poseer otras características importantes como son, respeto con el medio ambiente al reducir el empleo de productos fitosanitarios, posibilidad de complementarse con otras formas de lucha, y conferir protección al cultivo durante todo su ciclo agronómico.

En este trabajo se intenta evaluar, para resistencia a *E. serotinum,* cuatro genotipos diferentes, tres de los cuales parecían presentar algún nivel de resistencia y un cuarto considerado sensible, y al mismo tiempo realizar una caracterización morfológica de dichos genotipos.

Es necesario señalar que, por lo que sabemos, este es el primer trabajo que se ha realizado sobre resistencia a *E. serotinum,* por ello no se conoce ningún método de inoculación artificial del hongo, o de evaluación de la resistencia, por lo que en este trabajo se ponen también a punto estos métodos.

Material y métodos

Material criptogámico

Debido a que no se conoce el método para mantener *E. serotinum* en medio artificial, el hongo no puede conservarse si no es en tejido vivo, por tanto hubo que esperar a que apareciera el hongo, de forma natural, en los invernaderos de la zona para realizar la inoculaciones.

Material vegetal

El material vegetal que se utilizó en este trabajo estuvo constituido por plantas de borraja pertenecientes a la variedad 'Flor Blanca', y a las líneas de mejora '8-D', '8-I' y 'n.º 1', cuyas características son las siguientes:

– 'Flor Blanca', población tradicional no seleccionada, heterogénea, sensible a enfermedades. Floración primaveral precoz.

– '8-D' y '8-I', procedentes de la generación M4 de semillas de la variedad 'Movera' irradiadas con rayos gamma, y seleccionadas por presentar una menor incidencia de *E. serotinum* que la variedad original 'Movera'.

– 'n.º 1', proviene de una selección de las plantas con menos incidencia del hongo dentro de una población de borraja procedente del Banco de Germoplasma de Hortícolas de Zaragoza.

Las siembras se realizaron en bandejas llenas con un substrato formado por turba enriquecida (55%), humus de lombriz (30%) y arena (15%). Las bandejas se mantuvieron en invernadero con calefacción, a unas temperaturas comprendidas entre los 16 y los 22 C. Cuando las plantas alcanzaron el estado de 2-3 hojas se procedió a su transplante en un invernadero (el 15/12/98) con cubierta de polietileno térmico de larga duración, con un grosor de 800 galgas, sin calefacción, con ventilación lateral y riego por goteo. Los porta-goteros estaban sepa-

rados 0,5 m, y los goteros, de un caudal de 4 l/h, separados 0,3 m a lo largo del ramal. La borraja se plantó a ambos lados del porta-goteros, con una separación entre plantas de 0,3 m.

El diseño experimental fue de parcelas al azar con 4 repeticiones por genotipo estudiado, y 30 plantas por parcela, la mitad de las cuales se destinaron a la evaluación de la resistencia a *E. serotinum,* y la otra mitad a la caracterización morfológica.

Inoculación artificial

La inoculación se llevó a cabo un mes después del transplante, mediante frotamiento de todas las plantas del invernadero con hojas de las plantas infectadas, recogidas en invernaderos de la zona, con el fin de provocar el desprendimiento de esporas sobre las plantas a inocular.

Con el fin de aumentar la humedad relativa del recinto, y así favorecer el ataque del hongo se procedió a colocar un aspersor en el centro del invernadero, haciéndolo funcionar durante 15 minutos al día.

Evaluación de la incidencia de la enfermedad

Se realizó a los 2 meses y medio de la inoculación, cuando comenzaba la subida a flor de las plantas, [estado prefloral 1 (VILLA y ÁLVAREZ, 1999)], alargándose la recogida durante veinte días.

Para la evaluación del grado de incidencia de la enfermedad, se utilizó una escala visual de 0 a 3 (figura 1), evaluando todas las hojas que estaban completamente desarrolladas en el momento de la recolección. Los grados de la escala son los siguientes:

0: Ausencia de colonias (resistente).

1: Infección leve (moderadamente resistente).

2: Infección generalizada (sensible).

3: Abundantes puntos de infección (muy sensible).

Se evaluaron un mínimo de 7 plantas/-parcela y un máximo de 15.

Caracterización morfológica

Las plantas se recolectaron cuando habían alcanzado el estado prefloral 1 (VILLA y ÁLVAREZ, 1999), midiéndose, para cada planta, los siguientes parámetros, de acuerdo con SUSIN y ÁLVAREZ (1994),

- Días a floración (desde el transplante).
- Altura de la planta (de la inserción de los cotiledones al ápice).
- Peso total de la planta.
- Número y peso de pecíolos.
- Longitud media de los pecíolos.
- Número y peso de los brotes laterales.
- Rendimiento [(Peso de pecíolos/Peso total) x 100].

Se evaluaron un mínimo de 9 plantas/-parcela y un máximo de 15.

Resultados y discusión

El método de inoculación empleado dio resultados positivos, apareciendo los primeros síntomas, muy localizados, un mes después de la inoculación. La infección se generalizó a partir del 10/03/99, observándose manchas blancas en todas las parcelas estudiadas. El hongo apareció repartido por toda la planta, exceptuando las hojas más jóvenes.

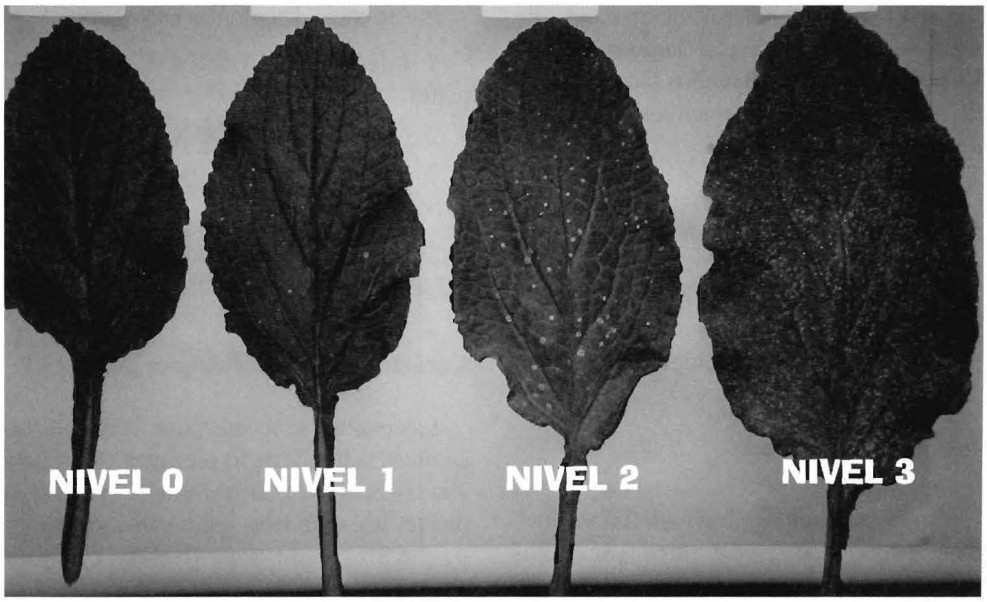


Figura 1. Escala de síntomas para la evaluación del grado de incidencia de *Entyloma serotinum* sobre hojas de borraja.
Figure 1. Symptom scale for evaluation of disease level of Entyloma serotinum.

Cuadro 1
Medias de la incidencia del ataque de *E. serotinum* Cif. sobre 4 genotipos de borraja, medida de acuerdo con una escala visual de 0 a 3. Las medias seguidas por letras distintas son significativamente diferentes al nivel 5%, según el test LSD

Table 1
Average incidence of E. serotinum on four borage genotypes determined according with a 0 to 3 scale. Means followed by different letters are significantly different according to LSD test ($p<0,05$)

Genotipos	Grado de infección
'n.º 1'	1,369 a
'8-D'	1,550 ab
'Flor Blanca'	1,787 b
'8-I'	1,801 b

Por lo que respecta al nivel de incidencia del hongo sobre los genotipos estudiados (cuadro 1), se pudo observar que sobre la línea "n.º 1" resultó significativamente menor que en la variedad 'Flor Blanca'. Las otras líneas no se diferenciaron de 'Flor Blanca', si bien en el caso de la '8-D' hay tendencia hacia una menor incidencia.

El método de inoculación por frotamiento de tejidos enfermos sobre la planta a inocular es un método que se ha aplicado con éxito al estudio de otras enfermedades y se basa en la posibilidad de que esporas viables se depositen sobre la superficie de la hoja sana, además de producir lesiones superficiales que facilitan la penetración del hongo (HEATH, 1986).

Se trata de una técnica rápida, ya que permite inocular un gran número de plantas en poco tiempo, con la ventaja añadida de reproducir las condiciones de cultivo. Por contra, presenta ciertos inconvenientes, como son:

– Los resultados se pueden ver afectados por las condiciones ambientales, que no son constantes en el invernadero.

– El ensayo ocupa mucho tiempo y espacio, y por tanto es costoso económicamente.

Parece pues importante el desarrollo de un test de resistencia en condiciones controladas y realizado sobre plantas jóvenes, de forma que se pueda realizar en poco tiempo, ocupe poca superficie y los resultados sean fiables.

Los resultados obtenidos en la evaluación de los diferentes cultivares indicaron que ningún genotipo mostró resistencia total a *E. serotinum* Cif., existiendo pequeñas diferencias de resistencia entre los genotipos estudiados (resistencia parcial o incompleta). Los rangos de variación oscilaban entre 1,369 para la línea 'n.º 1', la más resistente, y 1,801 para la '8-I'. Este tipo de resistencias parciales suele ser de carácter poligénico (NELSON, 1978).

La línea '8-I', para las condiciones de cultivo del ensayo, resultó ser la más sensible al carbón de la borraja, pese a haber sido seleccionada por presentar un cierto nivel de resistencia, ésto parece confirmar la influencia de las condiciones ambientales sobre la manifestación de esta enfermedad (FERNÁNDEZ-CAVADA, 1990).

El estudio morfológico de los cuatro genotipos (cuadro 2) ha puesto de manifiesto, en coincidencia con los resultados obtenidos por SUSIN y ÁLVAREZ (1994), que los parámetros más discriminantes son, días a floración y peso de los pecíolos, que permitieron distribuir los 4 genotipos en 3 grupos, mientras que el número de brotes laterales y el peso de los mismos no discriminaron entre los genotipos.

La variedad 'Flor Blanca' parece poco adaptada al cultivo en invernadero, ya que se sube rápidamente a flor, es la que alcanza menor tamaño, con menos pecíolos y menor peso de los mismos, y por consiguiente el menor rendimiento.

Por contra la línea 'n.º 1' aparece como un material vegetal interesante, debido a su mayor nivel de resistencia a *E. serotinum* Cif. (cuadro 1), unido a algunos otros caracteres de interés como una mayor longitud de pecíolos y un buen rendimiento (cuadro 2).

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria la financiación de estos trabajos a través del Proyecto SC-96-087.

Cuadro 2

Resultados de la caracterización morfológica de cuatro genotipos de borraja. Los valores reflejados son la media de las cuatro parcelas de cada genotipo. Para cada parámetro las medias seguidas por letras distintas son significativamente diferentes al nivel 5%, según el test LSD

Table 2

Morphological characterization of four genotypes of borage. Figures represent the mean value of four plots per genotype. For each character, means followed by different letters are significantly different according to the LSD test (p<0,05)

Genotipos	Parámetros evaluados								
	Días a floración	Altura (cm)	Peso/planta (g)	N° pecíolos	Peso pecíolos (g)	Long media pecíolos (cm)	N° de brotes laterales	Peso brotes laterales (g)	Rendimiento* %
'8-I'	118,14a	60,87ab	2.023,66a	78,5a	616,57a	38,43a	8,26	734,81	30,61a
'8-D'	114,98a	60,81a	1.818,65ab	63,49ab	495,90ab	38,76a	8,63	710,38	28,06ab
'n° 1'	107,13b	63,12a	1.487,22ab	59,42ab	402,05bc	41,73a	9,09	637,19	27,58ab
Flor Blanca	99,13c	50,79b	1.121,69b	49,48b	286,00c	31,47b	9,49	469,42	25,21b

(*) Rendimiento = [(peso pecíolos/peso total) x 100].

Bibliografía

ÁLVAREZ J.M., VILLA F. 1994. Selección y cultivo de la borraja. 'Movera' primera selección de borraja resistente a la subida a flor. Horticultura, 101: 13-23.

BERRA D. 1989. Una epifita de la borraja (Borago officinalis L.): El carbón *Entyloma serotinum* Cif. Una incursión en la taxonomía del hongo. Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 15: 215-223.

CARTER J.P. 1988. Gamma linolenic acid as a nutrient. Food Technol., 42: 72-82.

FERNÁNDEZ-CAVADA S. 1990. El carbón de la borraja, *Entyloma serotinum*. Surcos de Aragón, 20: 24-25.

HEATH M.C. 1986. Fundamental questions related to plant-fungal interactions: can recombinant technology provide the answers?. En: John Bailey (De.) Biology and molecular biology of Plant-Pathogen interactions. NATO ASI Series, Cell Biology, Vol. 1 Springer Verlag Berlin, 15-28.

NELSON R.R. 1978. Genetics of horizontal resistance in plant disease. Ann. Rev. Phytopathol., 16: 359-378.

PROL J.M. 1992. La horticultura de invernadero en Aragón. Surcos de Aragón, 34: 10-16.

SUSIN I., ÁLVAREZ J.M. 1994. Estudio de los caracteres discriminantes en la descripción de la borraja. Actas de Horticultura, 9: 209-214.

VILLA F., ÁLVAREZ J.M. 1999. La borraja. Cultivo, fenología, y selección para resistencia a la subida a flor. Gobierno mde Aragón. Departamento de Agricultura y Medio Ambiente, 127 pp.

WILLIS A.L. 1981. Nutritional and pharmacological factors in eicosanoid biology. Nutrition Reviews, 39: 289-301.

(Aceptado para publicación el 6 de marzo de 2000)

ITEA (2000), Vol. **96V N.° 1,** 49-59

POLINIZACIÓN Y GERMINACIÓN, *IN VIVO,* DEL POLEN EN VARIEDADES DE MANZANO, PERAL, NECTARINA Y MELOCOTONERO

M.V. Andrés*, R. Martín, L. Perales**, J.M. Durán***

* Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, 28040-Madrid, España

** Agrupación Española de Entidades Aseguradoras de los Seguros Agrarios Combinados, S.A. (AGROSEGURO), España

RESUMEN

La relación entre la polinización y la germinación del polen, estudiada mediante microscopía de fluorescencia, fue observada en las variedades de manzano 'Golden' y 'Royal Gala', en las de peral 'Conferencia' y 'Blanquilla', en melocotonero 'Amarillo Agosto' y en nectarina 'Fairlane'. En condiciones ambientales favorables, la cantidad de polen en el estigma y la germinación del polen de todas las variedades estudiadas fueron óptimas. La germinación del polen estuvo influida por la cantidad de polen que había sobre el estigma.

Palabras clave: Germinación, Manzano, Melocotonero, Nectarina, Peral, Polen, Polinización.

SUMMARY

POLLINATION AND POLLEN GERMINATION IN SOME CULTIVARS OF APPLE, PEAR, PEACH AND NECTARINE

The relationship between pollination and pollen germination was studied in six cultivars of apple tree ('Golden' and 'Royal Gala'), pear ('Conferencia' and 'Blanquilla'), peach ('Amarillo Agosto') and nectarine ('Fairlane'). The observations were determined by fluorescence microscopy. In all cultivars, when the ambiental conditions were favorables. In these conditions pollination and pollen germination were good and pollen germination was influenced by the amount of pollen on the stigma.

Key words: Apple, Germination, Nectarine, Pollen, Pollination, Peach, Pear.

Introducción

Según ROBBIE y ATKINSON (1994) uno de los factores limitantes de la producción en manzano es la polinización. Para IGLESIAS (1993) una polinización deficiente fue la causante de los bajos rendimientos de algunas plantaciones de manzano observadas en las principales zonas productoras de Cataluña en los últimos años.

Según GIULIVO y RAMINA (1974) una polinización deficiente también puede afectar

al poder germinativo del polen, ya que tanto la germinación como la velocidad de crecimiento del tubo polínico aumentan al aumentar la cantidad de granos de polen. Por otra parte la calidad del polen, estimada por medio de su poder germinativo, es un factor que afecta al cuajado de frutos (WILLIAMS y WILSON, 1970). BENEDIKOVÁ (1986) al estudiar la polinización en variedades e híbridos de albaricoquero observó que existía una correlación positiva entre la producción media y el porcentaje de germinación del polen.

La germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico *in vivo* se pueden estudiar mediante microscopía, usando tinciones adecuadas, después de la polinización y fijación del tejido conductor del estilo, cuando se trata de especies con flores grandes, o con pistilos completos previamente aplastados o seccionados. La elección de la tinción depende de la especie considerada, pudiendo utilizar fluorocromos tales como azul de anilina, los cuales emiten fluorescencia bajo luz ultravioleta permitiendo diferenciar el recorrido del tubo polínico a traves del tejido del estilo (DE NETTANCOURT, 1976). Esta técnica que ya fue descrita por MARTÍN (1958) ha sido utilizada, sin apenas modificaciones, por numerosos autores.

Utilizando microscopía de fluorescencia MARTÍNEZ-TÉLLEZ y CROSSA-RAYNAUD (1982) estudiaron la fecundación de distintas especies del genero *Prunus* en función del desarrollo del tubo polínico. Con la misma técnica también se pudieron observar diferencias intervarietales del manzano, respecto al crecimiento del tubo polínico, después de la autopolinización (KRYLOVA, 1979) y la influencia de la temperatura en el desarrollo del tubo polínico en los pistilos de las flores de peral, detectándose el efecto negativo de las bajas temperaturas sobre el cuajado de frutos (VASILAKAKIS y PORLINGIS, 1985).

En peral y manzano, MARCUCCI y VISSER (1987), utilizando microscopía de fluorescencia determinaron las diferencias en la germinación y crecimiento del tubo polínico del polen compatible y autocompatible, así como en cruces interespecificos entre ambos. ARBELOA y HERRERO (1987) estudiaron el desarrollo y la velocidad de crecimiento del tubo polínico en melocotonero mediante esta técnica. En los últimos años, esta técnica ha sido utilizada con éxito en albaricoquero (RODRIGO y HERRERO, 1996; ANDRÉS y DURÁN, 1998).

Como ya se ha indicado al principio de este apartado, algunos autores han observado que la germinación del polen afecta al cuajado de frutos y que esta se ve afectada por la polinización. Deduciéndose que el conocimiento de estos parámetros es importante para estudiar el rendimiento de un cultivo. El objetivo de este trabajo fue comprobar si, en diferentes variedades de frutales de hueso y pepita cultivadas en distintas parcelas, la intensidad de la polinización y la germinación del polen están relacionadas.

Material y métodos

Como material vegetal se utilizaron variedades de manzano ('Golden' y 'Royal Gala') cultivadas en Binefar (Huesca), de peral ('Conferencia' y 'Blanquilla'), procedentes de Pueyo (Huesca). Tanto en las plantaciones de manzano como de peral había polinizadores, el polinizador utilizado para 'Golden' fue 'Royal Gala' y el utilizado para 'Royal Gala' 'Golden'. El polinizador utilizado tanto para 'Blanquilla' como para 'Conferencia' fue 'Barlett'. También se realizaron estudios en meloco-

tonero ('Amarillo Agosto') y nectarina ('Fairlane'), ambas variedades fueron cultivadas en dos parcelas de Alcarrás (Lérida).

La polinización y germinación del polen se estudió a partir de 10 árboles por variedad. De cada árbol se seleccionaron cuatro posiciones (N, S, E y W) y procedentes de las flores de cada combinación fueron recolectados 5 pistilos. El material se recogió en estado fenológico H de Fleckinger en peral y manzano y en estado fenológico G de Fleckinger en melocotonero y nectarina. Las muestras fijadas en FAA (5% de formaldehido al 40%, 5% de ácido acético glacial y 90% de etanol al 70%) se enviaron al laboratorio, en frascos de 60 ml.

Para estudiar la polinización y germinación del polen se utilizó la microscopía de fluorescencia. Según la técnica descrita por MARTÍN (1958), los pistilos se tiñeron con una gota de azul de anilina (0,1%) disuelto en K_3PO_4 0,1 N.

Para evaluar la cantidad de polen en el estigma y la germinación del mismo se contaron los granos de polen que había en cada estigma y el número de ellos que habían germinado. En el caso del peral y del manzano, la observación se realizó en todos los estigmas que componen el pistilo. La intensidad de asociación entre las dos variables se calculó mediante un análisis de regresión. Como prueba para determinar la significación se utilizó la *t* de Student, con n-2 grados de libertad, y el error típico del coeficiente de correlación. Para cuantificar la dependencia entre variables se utilizó el coeficiente de determinación R^2.

Resultados y discusión

La recta de regresión obtenida al relacionar la cantidad de polen en el estigma con la germinación del polen mostró, que tanto en la variedad 'Golden' como 'Royal Gala', (figura 1) existía una correlación lineal entre ambos parámetros. Los coeficientes de correlación muestran que esta correlación es positiva y muy significativa ($p < 0,01$).

Los coeficientes de determinación (R^2) nos indican que, en la variedad 'Golden', más del 70% de la variabilidad observada en la germinación del polen se puede explicar por la intensidad de polinización. En la variedad 'Royal Gala' este efecto, aunque significativo, no es tan acusado y, tanto el coeficiente de determinación es más bajo que en 'Golden'.

En peral, tanto para 'Blanquilla' como para 'Conferencia' (figura 2), la correlación entre la cantidad de polen sobre el estigma y la germinación del polen es positiva y muy significativa ($p < 0,01$). En los dos casos el coeficiente de determinación también fue inferior al de la variedad 'Golden'.

La situación en los dos frutales de hueso estudiados también fue similar a la descrita para manzano y peral. En la variedad de nectarina 'Fairlane' y de melocotonero 'Amarillo Agosto' (figura 3) la correlación entre cantidad de polen sobre el estigma y germinación del polen también fue positiva y muy significativa ($p < 0,01$). Sin embargo mientras que en la variedad 'Fairlane' mas del 90% de la variabilidad observada en la germinación se puede explicar por la intensidad de polinización, en 'Amarillo Agosto' únicamente se explica el 50%.

En todas las variedades estudiadas se observa que el número de granos de polen sobre el estigma es bastante bajo (inferior a 20 granos de polen,) o muy alto (superior a 100 granos de polen) (figuras 1-3). En estas figuras también se observa que cuando la polinización es muy buena también lo es la germinación del polen y que, cuando

la polinización es deficiente, la germinación es irregular; en este caso, si exceptuamos lo que ocurre con la variedad 'Fairlane', no existe correlación entre la cantidad de granos de polen sobre el estigma y la germinación del polen (figuras 4-6).

La relación encontrada entre la cantidad de granos de polen en el estigma y la germinación confirma el llamado "efecto masa" descrito por GIULIVO y RAMINA (1974), para referirse al aumento que sobre la germinación y crecimiento del tubo polínico produce la agregación de los granos de polen. ANDRÉS *et al.* (1999) comprobaron este efecto, *in vivo,* en las variedades de manzano 'Golden' y 'Royal Gala'. BARROSO *et al.* (1997) encontraron que, en la primera etapa del crecimiento del tubo polínico de la variedad de ciruela 'Claudia Verde', la cantidad de granos de polen sobre el estigma y la tasa de crecimiento del tubo polínico están relacionadas. Según WINSONR y STEPHENSON (1995) el crecimiento del tubo polínico in-vivo esta influenciado por factores como la densidad de siembra, la distribución espacial y temporal y las características estructurales y fisiológicas del pistilo y NIESENBAUM (1999) encontró que, en *Mirabilis jalapa,* la germinación del polen, la penetración estigmática y la proporción de crecimiento del tubo polínico se incrementaban con la cantidad de granos de polen sobre el estigma o de tubos polínicos en el estilo.

El número de pistilos en los que la cantidad de granos de polen sobre el estigma era muy alto (81% en 'Golden', 93% en 'Royal Gala', 83% en 'Blanquilla', 67% en 'Conferencia', 60% en Fairlane y 69% en Amarillo Agosto), fue superior al de pistilos que estaban deficientemente polinizados. Aunque no se registraron las temperaturas de las parcelas en las que se realizó este trabajo, si que hemos podido conocer que las temperaturas máximas, que se registraron en las estaciones meteorológicas próximas, llegaron a alcanzar valores superiores a los 15°C, lo que explicaría el buen comportamiento de estas variedades frente a la polinización.

Las conclusiones de este trabajo son:

a- Para las variedades de manzano ('Golden' y 'Royal Gala'), peral ('Conferencia' y 'Blanquilla'), melocotonero ('Amarillo Agosto') y nectarina ('Fairlane') cuando las condiciones ambientales son favorables no existen problemas para que la polinización y la germinación del polen sean óptimas.

b- Para las variedades anteriormente mencionadas, al aumentar el número de granos de polen sobre el estigma, el potencial germinativo del polen aumenta. Deduciendose que para asegurar una buena germinación es importante que exista un transporte abundante de polen.

Agradecimientos

A la Agrupación Española de Entidades Aseguradoras de los Seguros Agrarios Combinados (AGROSEGURO, SA) que financió este trabajo.

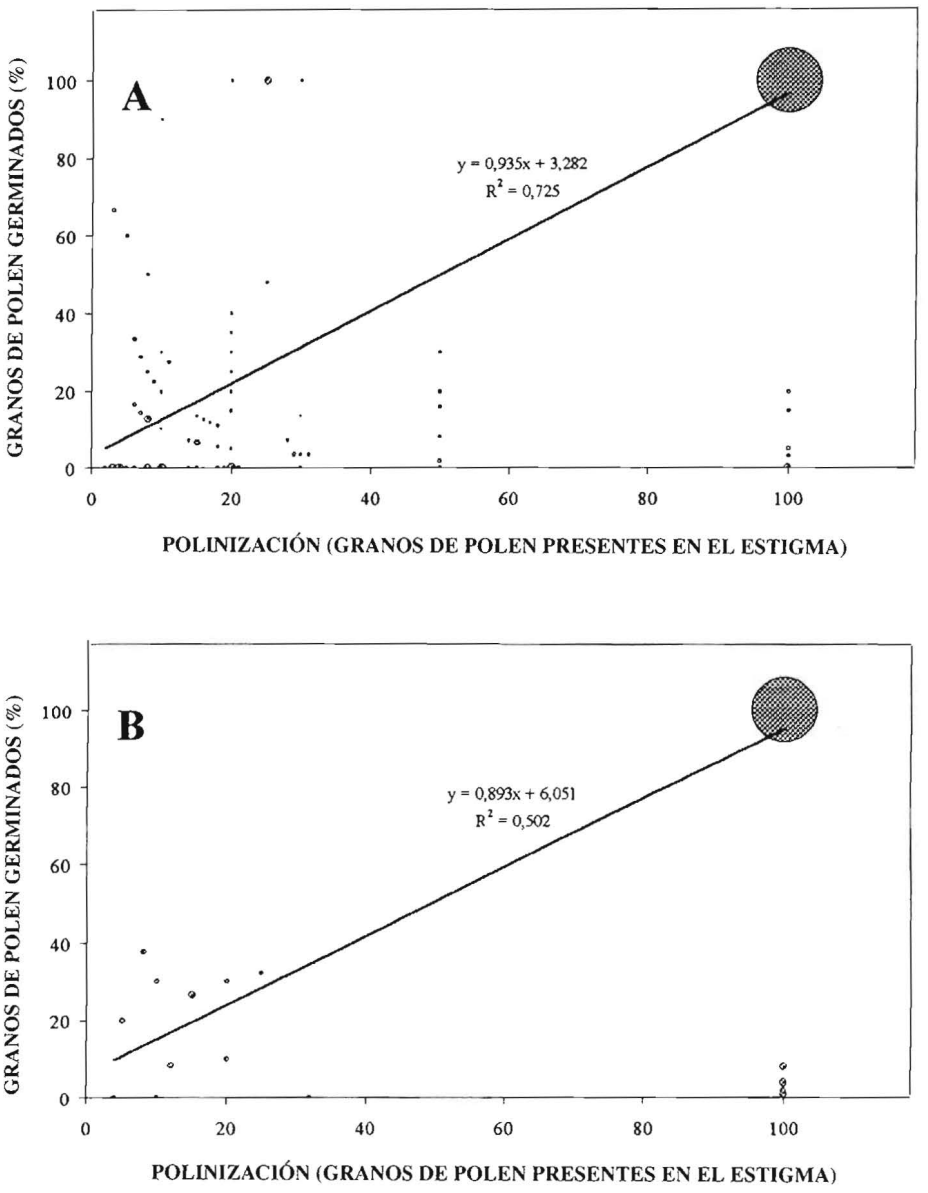


Figura 1. Correlación entre el número de granos de polen presentes en el estigma y el porcentaje de granos de polen germinados en manzano: A, 'Golden' y B, 'Royal Gala'. El número de casos observados en cada punto viene representado por el diametro del círculo.

Figure 1. Correlation between the number of pollen grains in the stigma and the percentage of germinated pollen grains in apple trees: A, 'Golden' y B, 'Royal Gala'. The number of samples observed are represented by the diameter of the circle.

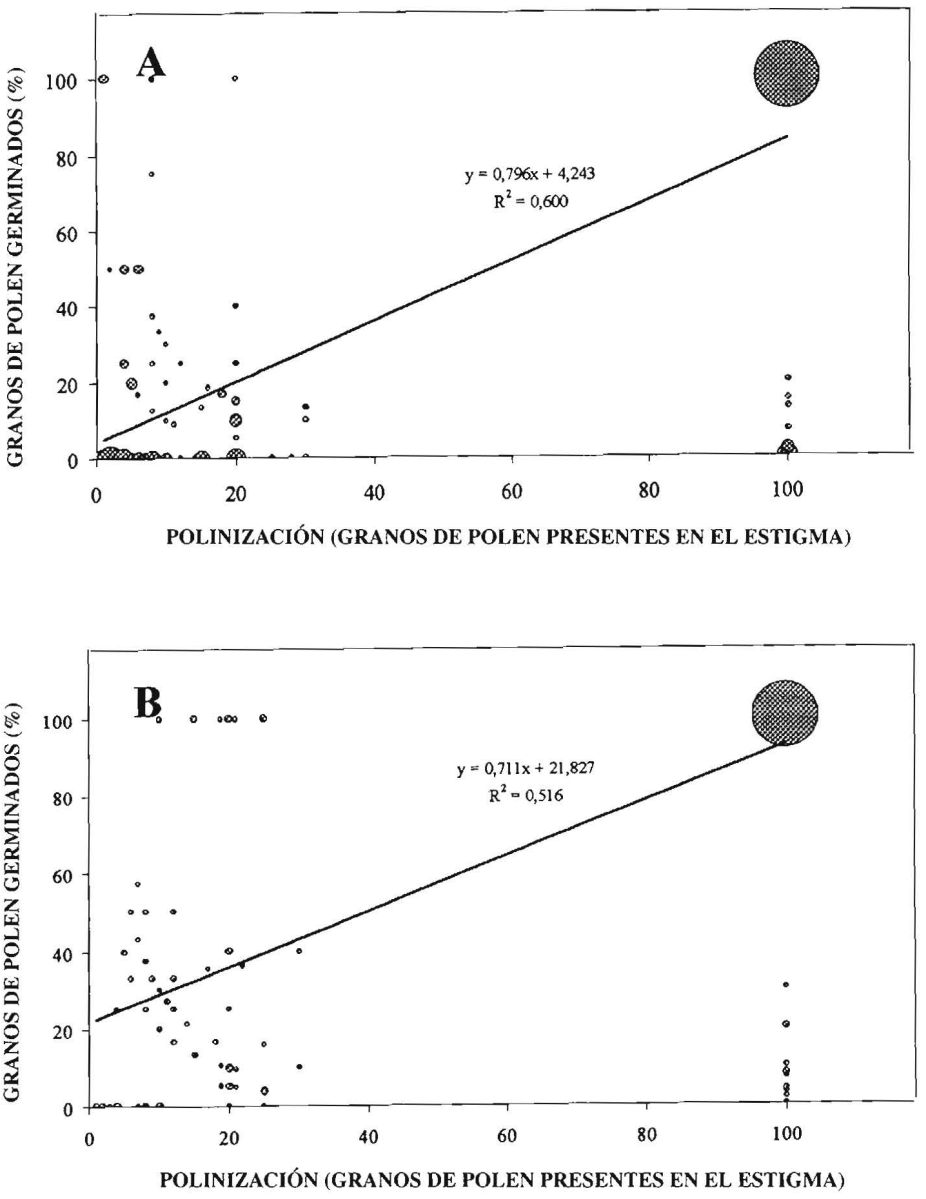


Figura 2. Correlación entre el número de granos de polen presentes en el estigma y el porcentaje de granos de polen germinados en peral: A, 'Blanquilla' y B, 'Conferencia'. El número de casos observados en cada punto viene representado por el diametro del círculo.

Figure 2. Correlation between the number of pollen grains in the stigma and the percentage of germinated pollen grains in pear trees: A, 'Blanquilla' y B, 'Conferencia'. The number of samples observed are represented by the diameter of the circle.

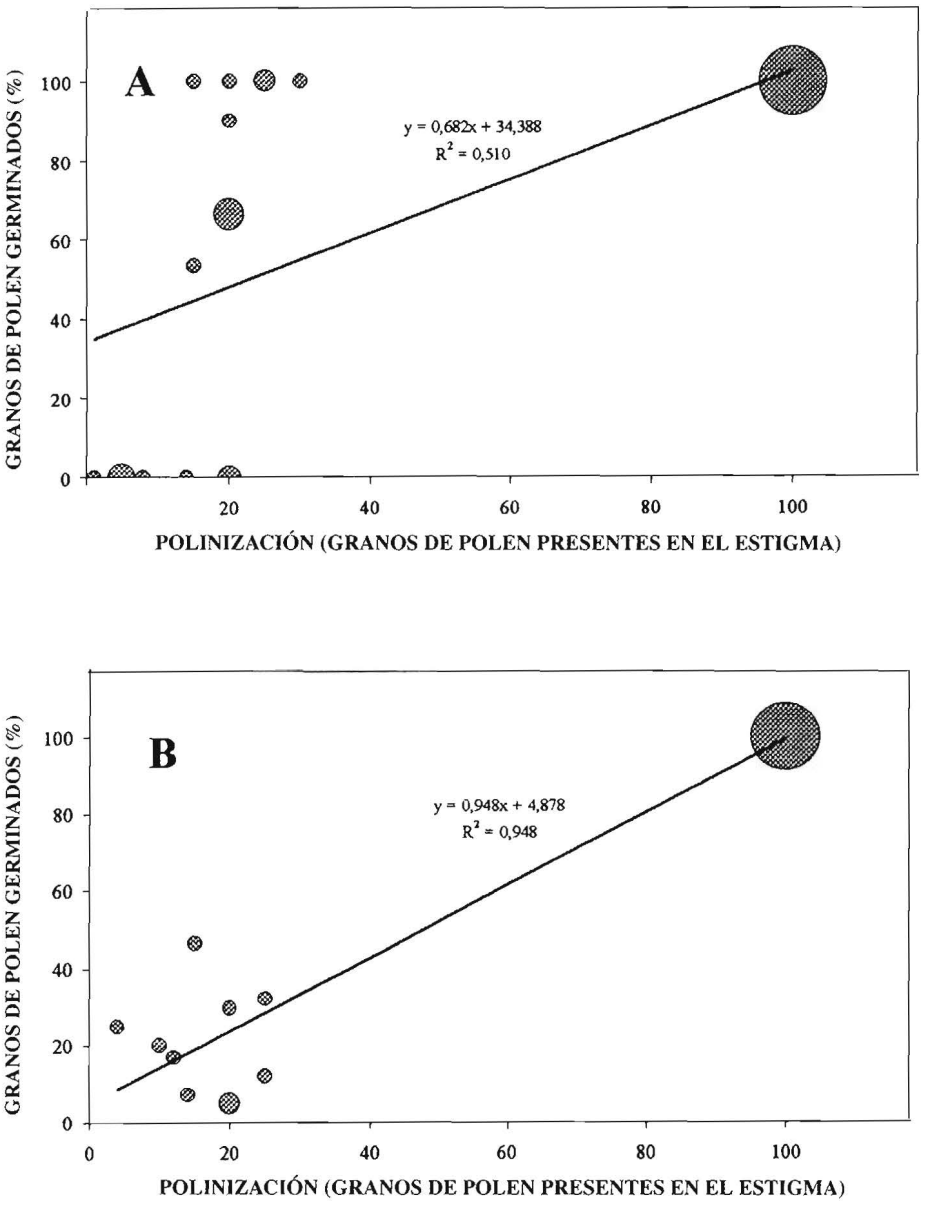


Figura 3. Correlación entre el número de granos de polen presentes en el estigma y el porcentaje de granos de polen germinados en nectarina y melocotonero: A, 'Fairlane' y B, 'Amarillo Agosto'. El número de casos observados en cada punto viene representado por el diametro del círculo.

Figure 3. Correlation between the number of pollen grains in the stigma and the percentage of germinated pollen grains in nectarine and peach trees: A, 'Fairlane' and B, 'Amarillo Agosto'. The number of samples observed are represented by the diameter of the circle.

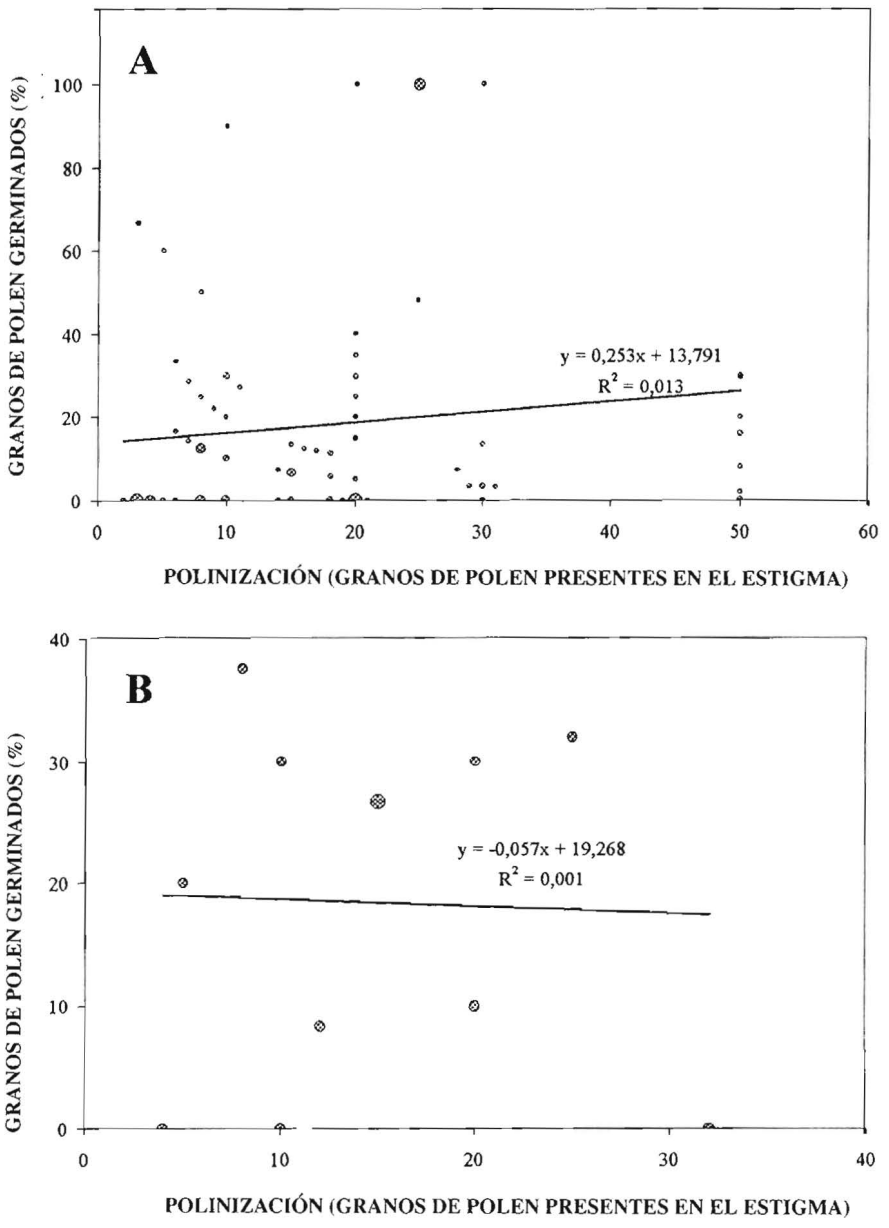


Figura 4. Correlación entre el número de granos de polen presentes en el estigma y el porcentaje de granos de polen germinados, cuando la polinización fue deficiente en manzano: A, 'Golden' y B, 'Royal Gala'.

Figure 4. Correlation between the number of pollen grains in the stigma and the percentage of germinated pollen grains when pollination was deficient in apple tree: A, 'Golden' y B, 'Royal Gala'.

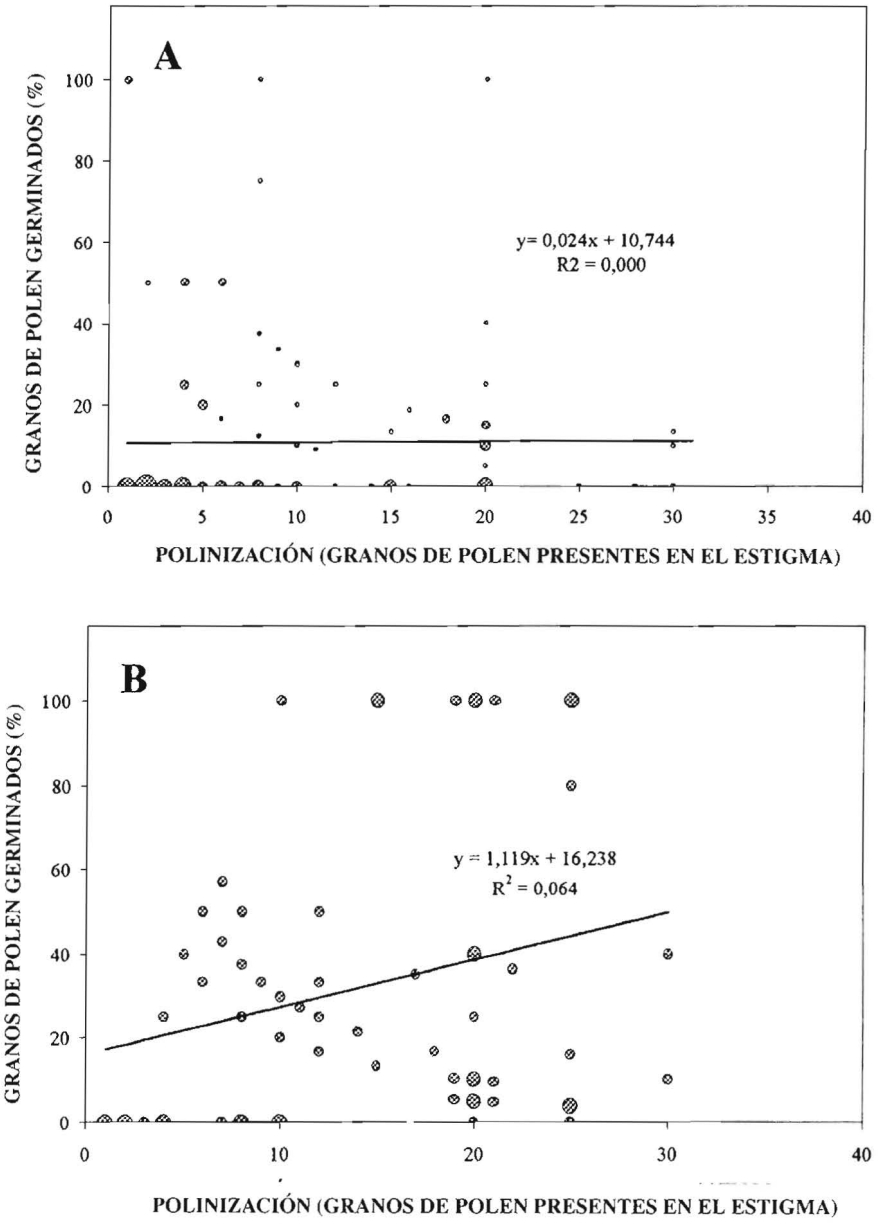


Figura 5. Correlación entre el número de granos de polen presentes en el estigma y el porcentaje de granos de polen germinados, cuando la polinización fue deficiente en peral: A, 'Blanquilla' y B, 'Conferencia'.

Figure 5. Correlation between the number of pollen grains in the stigma and the percentage of germinated pollen grains when pollination was deficient in pear tree: A, 'Blanquilla' y B, 'Conferencia'.

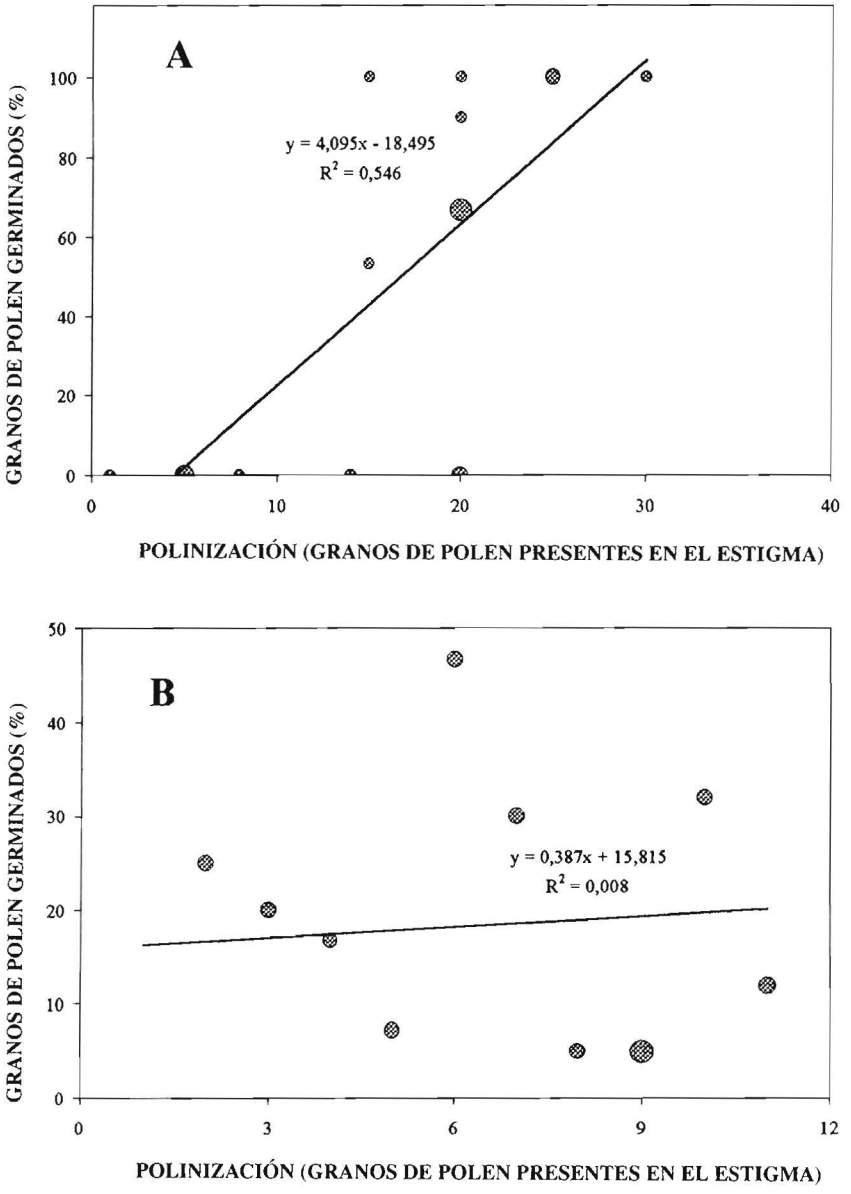


Figura 6. Correlación entre el número de granos de polen presentes en el estigma y el porcentaje de granos de polen germinados, cuando la polinización fue deficiente en nectarina y melocotonero: A, 'Fairlane' y B, 'Amarillo Agosto'.

Figure 6. Correlation between the number of pollen grains in the stigma and the percentage of germinated pollen grains when pollination was deficient in nectarine and peach trees: A, 'Fairlane' and B, 'Amarillo Agosto'.

Bibliografía

ANDRÉS M.V., LAQUIDAÍN M.J., ROYO J.B., DURÁN J.M., 1999. Influencia de la polinización en el cuajado de fruto de manzano. VIII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Murcia.

ANDRÉS M.V., DURÁN J.M., 1998. Self-incompatibility in Spanish clones of apricot (*Prunus armeniaca* L.) tree. *Euphytica,* 101, 349-355.

ARBELOA A., HERRERO M., 1987. Germinación y difusión de proteinas del polen del melocotonero. ITEA, 69, 47-53.

BARROSO J.M., MATA H., PEIXE A.V., 1997. Estudo da eficácia de polinizaçao na ameixeira 'Rainha Claudia Verde'. Actas de Horticultura Vol. 15. II Congresso Iberoamericano e III Congresso Ibérico de Ciencias Horticolas. Vilamoura, Portugal.

BENEDIKOVÁ D., 1986. Pollination conditions in selected collection of apricots. *Vedecké Práce Vyskumného Ustavu Ovocnych a Okrasnych Drevinv Bojniciach,* 6, 125-131. (*Hort. Abs.* 1988 Ref. 1313).

DE NETTANCOURT D., 1976. Incompatibility in Angiosperms. Springer-Verlag, New York, pp. 58-97.

GIULIVO C., RAMINA A., 1974. Effetto di massa ed azione del calcio sulla germinazione del polline di alcunespecie arboree da frutto. *Riv. Ortoflorofrutt. It.,* 1, 3-13.

IGLESIAS I., 1993. La polinización en frutales. *Frutic. Profes.,* 53, 5-18.

KRYLOVA V.V., 1979. Embryological evaluation of self fertility in apple. *Tagungsbericht, Akad. Land. der Deut. Demo. Rep.,* 174, 49-54.

MARCUCCI M.V., VISSER, T., 1987. Pollen tube grow in apple and pear styles in relation to self-incompatibility, incongruity and pollen load. *Adv. Hort. Sci.,* 1, 90-94.

MARTÍNEZ-TELLEZ J., CROSSA-RAYNAUD, P., 1982. Contribution à l'étude du processus de la fécondation chez trois espèces de *Prunus: P. persica* (L.) Batcch., *P. cerasifera* Ehrh., *P. mahaleb* L. Grâce à l' utilisation de couples de variétés mâle-stériles et mâle-fertiles. *Agronomie,* 2, 333-340.

MARTIN F.W., 1958. Staining and observing pollen tubes in the style by means of fluorescence. *Stain Technol.,* 34, 125-129.

NIESENBAUM R.A., 1999. The effects of pollen load size and donor diversity on pollen performance, selective abortion, and progeny vigor in Mirabilis jalapa (Nyctaginaceae). *Am. J. Bot.,* 86, 261-268.

ROBBIE F.A., ATKINSON C.J., 1994. Wood and tree age as factors influencing the ability of apple flowers to set fruit. *J. Hort. Sci.,* 69, 609-623.

RODRIGO J., HERRERO M., 1996. Evaluation of pollination as the cause of erratic fruit set in apricot 'Moniqui'. *J. Hort. Sci.,* 71, 801-805.

VASILAKAKIS M., PORLINGIS I.C., 1985. Effect of temperature on pollen germination, pollen tube growth, effective pollination period, and fruit set of pear. *HortScience,* 20, 733-735.

WILLIAMS R.R., WILSON D., 1970. Towars regulated cropping. A report of recent fruit-set experiments in British orchards. Willians Wilson Grower Books, London, 61 p.

WINSOR J.A., STEPHENSON G. 1995. Demographics of pollen tube growth in *Cucurbita pepo. Can. J. Bot.,* 73, 583-589.

(Aceptado para publicacion el 10 de abril de 2000)

CIHEAM

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

CIHEAM/IAMZ - Cursos 1998-99-00

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	*MEJORA GENÉTICA VEGETAL	5 Oct. 98/ 11 Jun. 99	Zaragoza	IAMZ
	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	1 Oct. 99/ 26 Mayo 00	Córdoba	UCO/CA-JA/CSIC/ INIA/COI/IAMZ
	UTILIZACIÓN SOSTENIBLE DE RECURSOS EN LOS SISTEMAS DE AGRICULTURA DE SECANO DE LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	18-29 Oct. 99	Rabat	IAMZ/IAV Hassan II
	INTRODUCCIÓN DE PLANTAS TRANSGÉNICAS EN LA AGRICULTURA: EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE DECISIÓN	22-26 Nov. 99	Zaragoza	IAMZ
	USO DE LOS MARCADORES MOLECULARES EN MEJORA VEGETAL	7-18 Feb. 00	Barcelona	IAMZ/IRTA
	OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE MEJORA DE ESPECIES LEÑOSAS FRUTALES Y FORESTALES: ASPECTOS FISIOLÓGICOS Y GENÉTICOS	6-10 Mar. 00	Zaragoza	IAMZ
	OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE SELECCIÓN Y MEJORA DE ESPECIES LEÑOSAS FRUTALES Y FORESTALES: DISEÑO DE EXPERIMENTOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	13-17 Mar. 00	Zaragoza	IAMZ
	CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN CULTIVOS PROTEGIDOS	5-16 Jun. 00	Zaragoza	IAMZ
PRODUCCIÓN ANIMAL	REQUISITOS DE CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE RUMIANTES PARA SU COMERCIALIZACIÓN	19-30 Oct. 98	Zaragoza	IAMZ
	PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DE CAMPAÑAS DE SANEAMIENTO GANADERO	8-12 Feb. 99	Zaragoza	IAMZ/FAO
	TÉCNICAS MOLECULARES EN MEJORA GENÉTICA ANIMAL	15-26 Mar. 99	León	IAMZ/Univ. León
	PASTORALISMO Y DESARROLLO EN ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS MEDITERRÁNEAS	22 Mar./ 3 Abr. 99	Rabat	IAMM/IAMZ/ IAV Hassam II
	APLICACIONES DE LA TECNOLOGIA NIRS EN LA EVALUACIÓN DE PRODUCTOS AGRARIOS	12-16 Abr. 99	Zaragoza	IAMZ/UCO
	DIVERSIFICACIÓN DE ESPECIES DE PECES EN LA ACUICULTURA MARINA MEDITERRÁNEA	24-28 Mayo 99	Zaragoza	IAMZ/FAO
	*PRODUCCIÓN ANIMAL	4 Oct. 99/ 9 Jun. 00	Zaragoza	IAMZ
	*ACUICULTURA	10 Ene./ 30 Jun. 00	Las Palmas de Gran Canaria	ULPGC/ICCM/ IAMZ
	VALORIZACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS DE OVINOS Y CAPRINOS EN EL ÁREA MEDITERRÁNEA. TECNOLOGÍAS ACTUALES Y PERSPECTIVAS DE MERCADO	10-19 Abr. 00	Surgères	IAMZ/ENILIA

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	RÍOS Y RIBERAS DE RÉGIMEN MEDITERRÁNEO Y SU GESTIÓN	21 Sep./ 2 Oct. 98	Zaragoza	IAMZ
	ARBUSTOS FORRAJEROS: SU PAPEL EN EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DE LAS ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS MEDITERRÁNEAS	28 Sep./ 9 Oct. 98	Rabat	IAMZ/IAV Hassan II
	*ORDENACIÓN RURAL EN FUNCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	5 Oct. 98/ 11 Jun. 99	Zaragoza	IAMZ
	ECONOMÍA DE LOS RECURSOS NATURALES	15-26 Mar. 99	Zaragoza	IAMZ
	DEFENSA CONTRA INCENDIOS FORESTALES	18-29 Oct. 99	Zaragoza	IAMZ/MIMAM/FAO
	USO CONJUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS	8-12 Nov. 99	Zaragoza	IAMZ
	EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS INSTALACIONES ACUÍCOLAS EN EL MEDITERRÁNEO	17-21 Ene. 00	Zaragoza	IAMZ/FAO
	ESTRATEGIAS DE REPOBLACIÓN FORESTAL EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	7-18 Feb. 00	Zaragoza	IAMZ
	EVALUACIÓN Y MANEJO DE RECURSOS PESQUEROS EN EL MEDITERRÁNEO	27-31 Mar. 00	Fuengirola	IAMZ/IEO
	TURISMO EN ZONAS RURALES: ESTRATEGIAS Y PROMOCIÓN	3-7 Abr. 00	Zaragoza	IAMZ
	ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES: MÉTODOS DE MEDIDA Y ESTRATEGIAS DE GESTIÓN	8-19 Mayo 00	Zaragoza	IAMZ
COMERCIALIZACIÓN	GESTIÓN DE LA CALIDAD. NUEVOS CONCEPTOS Y SU APLICACIÓN EN EL MARKETING AGROALIMENTARIO	9-20 Nov. 98	Zaragoza	IAMZ
	COMERCIALIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL MAR: TENDENCIAS Y RETOS	14-18 Dic. 98	Zaragoza	IAMZ
	GESTIÓN DE LOS CANALES DE DISTRIBUCIÓN ALIMENTARIA	11-22 Ene. 99	Zaragoza	IAMZ
	LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL COMERCIO Y SU IMPACTO EN EL MARKETING INTERNACIONAL AGROALIMENTARIO	22-26 Feb. 99	Zaragoza	IAMZ/OMC
	DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO	26 Abr./ 7 Mayo 99	Zaragoza	IAMZ
	*MARKETING AGROALIMENTARIO	4 Oct. 99/ 9 Jun. 00	Zaragoza	IAMZ

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

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 98-99; 00-01; 02-03
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 99-00; 01-02; 03-04
- PRODUCCIÓN ANIMAL: 99-00; 01-02; 03-04
- ACUICULTURA: 99-00; 01-02; 03-04
- ORDENACIÓN RURAL EN FUNCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 98-99; 00-01; 02-03
- MARKETING AGROALIMENTARIO: 99-00; 01-02; 03-04

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 los cursos de Producción Animal, Marketing Agroalimentario y Olivicultura y Elaiotecnia finaliza el 15 de Mayo 1999. El plazo de inscripción para el curso de Acuicultura finaliza el 30 de Junio 1999. El plazo de inscripción para los cursos de Mejora Genética Vegetal y Ordenación Rural en Función del Medio Ambiente finaliza el 15 de Mayo 2000.

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

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

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

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

INSCRIPCIÓN EN AIDA

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

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

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

Dirección postal .....

Teléfono .....

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

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

CUOTA ANUAL: Firma.

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

❑ Ambas Series 5.500 ptas. ó 33 €

FORMA DE PAGO:

❑ Cargo a cuenta corriente o libreta
❑ Cheque bancario

❑ Cargo a tarjeta
❑ VISA
❑ MASTERCARD

Tarjeta número:

□□□□□□□□□□□□□□□□

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

SR. DIRECTOR DE .....

Muy Sr. mío:

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

Atentamente,

Firmado:

BANCO O CAJA DE AHORROS: .....

SUCURSAL: .....

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

CÓDIGO POSTAL: .....

POBLACIÓN: .....

INFORMACIÓN PARA AUTORES

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

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

CONDICIONES GENERALES

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

RECOMENDACIONES EN LA PREPARACIÓN DE LOS ORIGINALES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

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

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

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

ITEA

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

AÑO XXXI (2000), Vol. 96V N.° 1

ÍNDICE

Página

M. SANZ.- Valoración del diagnóstico nutricional DRIS y DOP a lo largo del ciclo vegetativo del melocotonero 7

A. SIMÓN.- Influencia de factores anteriores a la recolección sobre la calidad del champiñón (*Agaricus bisporus*) 19

R. NIETO-ÁNGEL, F. GIL-ALBERT VELARDE.- Aclareo químico de frutos de manzano (*Malus Pumila* Mill.) cvs. Starkrimson y Golden Spur en plantaciones de alta densidad 27

J.M.ª ÁLVAREZ, C.D. LAHOZ, F. VILLA.- Resistencia al carbón blanco de la borraja (*Entyloma serotinum* Cif) 42

M.V. ANDRÉS, R. MARTÍN, L. PERALES, J.M. DURÁN.- Polinización y germinación, *in vivo*, del polen en variedades de manzano, peral, nectarina y melocotonero 49