ISSN: 1130-6017

ITEA

PRODUCCIÓN VEGETAL

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

2000 – Vol. 96V N.º 3



I T E A

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

2000 - AÑO XXXI Vol. 96V N.º 3	**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
SECRETARÍA DE REDACCIÓN: 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 Alberti Lasalle
Dunixi Gabiña Iturriaga

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)

ITEA (2000). Vol. 96V N.° 3, 157-164

EVALUACIÓN DE VARIEDADES TRANSGÉNICAS DE ALGODONERO (*Gossypium hirsutum* L.) RESISTENTES A GUSANO ROSADO (*Pectinophora gossypiella* S.) I. RENDIMIENTO

S. Godoy Avila*, A. Palomo Gil*, J.L. García Hernández**

* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental la Laguna, Apart. Postal 247, 27000 Torreón, Coahuila, México

** Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" - U.L. Periférico y Carretera a Santa Fe, Torreón, Coahuila, C.P. 27000, México

RESUMEN

Los objetivos principales de este estudio fueron demostrar la característica de resistencia a gusano rosado en variedades de algodonero dotadas con el gen Bollgard ("NuCOTN 33^{B}", "NuCOTN 35^{B}", "H-1220 B" y "H-1244 B") y determinar sus diferencias en el rendimiento con las variedades convencionales.

Para evaluar las diferencias en rendimiento se incluyeron en el ensayo los progenitores recurrentes de cada una de las variedades transgénicas ("DP 5415", "DP 5690", "H-1220" y "H-1244", respectivamente). Las variedades "NuCOTN 33^{B}" y "NuCOTN 35^{B}" fueron las de mayor producción con 3.175 y 3.129 kg/ha, respectivamente. Así mismo todas las variedades transgénicas tuvieron rendimientos superiores a sus variedades convencionales, debido a que el gusano rosado ocasiono daños en los componentes del rendimiento, peso de cápsula, porcentaje de fibra e índice de semilla en las últimas variedades mencionadas.

Palabras claves: Resistencia a insectos, Daño por gusano rosado, Gen Bollgard.

SUMMARY

EVALUATION OF TRANSGENIC COTTON VARIETIES (*Gossypium hirsutum* L.) RESISTANT TO PINK BOLLWORM (*Pectinophora gossypiella* S.) I. YIELD

Principal objectives of this study were to demonstrate the resistance to pink bollworm of cotton varieties with the Bollgard gene, "NuCOTN 33^{B}", "NuCOTN 35^{B}", "H-1220 B" y "H-1244 B"), and to determine the differences in yield compared with conventional varieties.

In order to evaluate the differences on yield, the test included the recurrent parents of each transgenic variety (varieties without the Bollgard gene).

Varieties "NuCOTN 33^{B}" and "NuCOTN 35^{B}" were the most productive, with 3.175 kg/ha and 3.129 kg/ha, respectively. All the transgenic varieties had superior yields compared with their conventional varieties. It was because pink bollworm caused damage in the yield components of conventional cultivars: boll weight, fiber percent and seed index in conventional varieties, and not in varieties with the Bollgard gen.

Key words: Insects resistance, Pink bollworm damage, Bollgard gen.

Introducción

Los productores de algodón del norte de México se tienen que enfrentar a algunos problemas, entre los que se puede mencionar la escasez del recurso agua, el cual se ha agudizado en los últimos años por la grave sequía que se ha presentado en esta parte de la República Mexicana. Otro de los problemas más importantes es el aumento en los niveles de incidencia de los insectos-plaga, así como la resistencia que éstos han desarrollado en contra de los insecticidas químicos, que han sido durante mucho tiempo la principal forma de controlarlos. Esto ha traído como consecuencia que se tengan que aumentar las dosis y las combinaciones de los productos, elevando con ello los costos de producción. Por estas razones, los científicos han puesto mayor énfasis en la búsqueda de métodos más eficientes de combatir a los insectos plaga como: a) el incrementar el uso de insectos auxiliares como la crisopa, *Chrysoperla carnea* y la avispita tricograma, *Trichograma minutum*; b) la adecuación de las fechas de siembra y manejo del cultivo; c) el uso de insecticidas biológicos; y d) el desarrollo de biotecnología o ingeniería genética.

A través de la ingeniería genética es como se ha logrado transferir a algunas variedades de algodonero genes específicos de resistencia. Estas variedades toman el nombre de variedades transgénicas, y son el motivo de la presente evaluación.

Los estudios más recientes en Estados Unidos han demostrado que utilizar la transferencia de genes específicos (biotecnología) es uno de los caminos para obtener variedades que cumplan con las necesidades de los agricultores, ya que el manejo que se da en las variedades transgénicas no afecta sus características agronómicas conseguidas a través del mejoramiento convencional (WATSON, 1995). Este mismo autor señala que las variedades con el gene Bt son extremadamente resistentes al gusano rosado (*P. gossypiella*) y al gusano perforador de la hoja (*Bucculatrix thurberiella* B.), lo que representa un gran impacto, ya que permite mayor flexibilidad y mejor manejo de los productos para combatir otras plagas.

Uno de los mayores beneficios del algodón Bt es la reducción en el número de aplicaciones de insecticida, lo que brinda una magnífica oportunidad de uso de insectos auxiliares para el control de plagas secundarias (LAYTON, 1966).

Los objetivos del presente estudio fueron: a) comparar la efectividad de la inserción del gene Bollgard (Bt) en el control de gusano rosado y b) determinar las diferencias en rendimiento entre las variedades con el gen Bollgard y sus respectivas variedades convencionales.

Materiales y métodos

La evaluación de las variedades se llevó a cabo en el Campo Experimental La Laguna del INIFAP, ubicado en Matamoros, Coahuila, México, durante el ciclo primavera-verano de 1996.

Esta localidad se encuentra en la región conocida como "Comarca Lagunera", la cual esta comprendida entre los paralelos 24° 05' y 26° 54' de latitud norte y los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud oeste de Greenwich, a una altura de 1.120 m sobre el nivel del mar.

El experimento se sembró el 30 de mayo de 1996, con una fertilización de 146-50-0, a base de 300 kg/ha de urea más 100 kg/ha

de 10-50-0. La Parcela elemental fue de seis surcos de 8 m de largo, y la parcela útil fue de 6 m de los 2 surcos centrales. El Diseño Experimental fue en bloques al azar con cinco repeticiones.

Después de la siembra en seco se dio un riego inicial, posteriormente a los 38, 61, 81 y 102 días después de la siembra se dieron los riegos de apoyo.

La aplicación de herbicidas consistió en: la primera al momento de la siembra con trifluralina a una dosis de 1,5 litros por hectárea y la segunda con fluometuron en el primer riego a una dosis de 2 kg por hectárea.

En las variedades convencionales se realizaron cuatro aplicaciones específicas contra gusano rosado y dos aplicaciones para el control de mosca blanca. Para las variedades transgénicas únicamente se aplicó, en dos ocasiones, insecticida para el control de mosca blanca.

Las variedades convencionales evaluadas fueron "DP 5415", "DP 5690", "Hartz 1220" y "Hartz 12". Las variedades con el gene Bollgard (Bt) fueron "NuCOTN 33^B", "NuCOTN 35^B", "Hartz 1220 B" y "Hartz 1244 B".

El ensayo estuvo rodeado por una barrera de 20 m de ancho sembrado con algodón no transgénico para disminuir el riesgo de que el gen Bt sea transportado fuera del ensayo por insectos (polinización cruzada). Esta barrera de plantas fue destruida antes de la apertura de cápsulas, mediante un pase de rastra.

Infestación de gusano rosado

En el pico de cada generación, se tomaron 20 cápsulas susceptibles de cada parcela y se registró el porcentaje de infestación de cápsulas por gusano rosado y el porcentaje de larvas vivas de primero o segundo estadio. El criterio de aplicación de insecticidas en las variedades convencionales fue cuando se registró el 12 por ciento de cápsulas infestadas por gusano rosado. Para el caso de las variedades con el gen Bollgard, el criterio de aplicación fue cuando se registró el 12 por ciento de larvas (vivas) de rosado de primero o segundo estadío. Para el control de plagas distintas a gusano rosado, se utilizaron los productos y dosis adecuados para su control.

Componentes del rendimiento

Para explicar las posibles diferencias en el rendimiento unitario se analizaron los siguientes componentes de rendimiento: a) el índice de semilla, expresado como el peso en gramos de 100 semillas; b) el porcentaje de fibra, expresado como la proporción de fibra una vez quitada la semilla; y c) el peso de cápsula (abierta) el cual corresponde al peso promedio en gramos de las cápsulas producidas.

Rendimiento

Se analizó el rendimiento de algodón bruto (fibra más semilla) en kg/ha y la precocidad, medida como el porcentaje de algodón cosechado en la primera recogida con respecto al total producido.

Resultados y discusión

Porcentaje de infestación de gusano rosado

En el cuadro 1 se presentan los valores del porcentaje de infestación de gusano

rosado en cada uno de los cuatro muestreos realizados para todas las variedades. El análisis estadístico indicó diferencias sig-J nificativas entre variedades en todos los muestreos efectuados. Los valores del porcentaje de infestación obtenidos en las variedades transgénicas fue significativamente menor que los valores obtenidos por sus respectivas variedades convencionales. Se puede observar que en las variedades transgénicas no se llegó, en general, a tener valores del porcentaje de infestación que rebasaran el umbral económico establecido para las variedades convencionales.

En cambio, en las variedades convencionales, se puede observar en el mismo cuadro 1, que sus respectivos valores de porcentaje de infestación indicaron la necesidad de realizar una aplicación de insecticida específico para gusano rosado, después de cada muestreo efectuado.

En el mencionado cuadro 1 se observa que todas las variedades convencionales tuvieron un porcentaje de infestación estadísticamente igual, no así las variedades transgénicas que mostraron algunas diferencias significativas en los diferentes muestreos. Las variedades "NuCOTN 33^B" y "NuCOTN 35^B" presentaron los niveles más bajos de infestación por gusano rosado.

Porcentaje de larvas de gusano rosado

En el cuadro 2, se presenta el porcentaje de larvas (vivas) de primero y segundo estadíos. Todas las variedades transgénicas presentaron cero larvas vivas, con lo cual se tomo la decisión de no aplicar insecticidas en ninguna ocasión.

Las variedades transgénicas en general mostraron menores incidencias de la plaga, debido a que muchas de las larvas que intentaban penetrar en las cápsulas de estas variedades morían y quedaban atrapadas en

Cuadro 1
Porcentaje de infestación de gusano rosado en diferentes variedades de algodonero
Table 1
Pink bollworm infestation percentage on different cotton varieties

Variedades	Fecha de muestreo			
	28 de agosto	1 de septiembre	8 de septiembre	15 de septiembre
"DP 5415"	21,2 a*	22,5 ab	13,7 ab	25,0 a
"NuCOTN 33^B"	2,5 d	2,5 d	10,0 b	6,2 bc
"DP 5690"	16,2 ab	28,7 a	7,5 b	21,2 a
"NuCOTN 35^B"	3,7 cd	3,7 bc	12,5 b	6,2 bc
"H 1220"	16,2 ab	22,5 ab	25,0 a	22,5 a
"H 1220 B"	6,2 bcd	10,0 cd	7,5 b	11,2 b
"H 1244"	20,0 a	28,7 a	15,0 ab	21,2 a
"H 1244 B"	7,5 bcd	15,0 bc	7,5 b	2,5 c

(*) Valores con la misma letra son estadísticamente iguales en el test de Duncan ($p < 0.05$).

Cuadro 2
Porcentaje de larvs (vivas) de primero y segundo estadio en cápsulas de variedades convencionales y transgénicas de algodonero
Table 2
Percentage of first and second instars larvae (Alive) on bolls of conventional and transgenic cotton varieties

Variedades	Fecha de muestreo			
	28 de agosto	1 de septiembre	8 de septiembre	15 de septiembre
"DP 5415"	21,2	22,5	13,7	25,0
NuCOTN 33^{B}"	0	0	0	0
"DP 5690"	16,2	28,7	7,5	21,2
"NuCOTN 35^{B}"	0	0	0	0
"H 1220"	16,2	22,5	25,0	22,5
"H 1220 B"	0	0	0	0
"H 1244"	20,0	28,7	15,0	21,2
"H 1244 B"	0	0	0	0

el carpelo de la cápsula, por lo que no eran detectadas en los muestreos, las que lograban atravesar esa capa también morían al empezar a alimentarse de la fibra por la protección que confiere en toda la planta el gene Bollgard (WATSON, 1994 y WOFFORD, 1996).

Componentes del rendimiento

En el cuadro 3 se presentan los valores de los tres componentes de rendimiento utilizados para evaluar el comportamiento de las variedades resistentes a lepidópteros en comparación con sus respectivas variedades convencionales. El análisis de varianza detectó diferencias significativas entre variedades para los tres componentes de rendimiento.

En lo que se refiere al índice de semilla, todas las variedades transgénicas mostraron valores superiores a sus respectivas variedades convencionales, aunque no todas estas diferencias fueron significativas. Los cultivares "NuCOTN 33^{B}" y "DP 5415" fueron las que mostraron la diferencia más alta entre una variedad transgénica y su contraparte convencional, los valores más altos los tuvieron las variedades Hartz con el gene Bollgard, "H1220 B" y "H1244 B" con valores de 9,04 y 9,08, respectivamente.

En lo que respecta al porcentaje de fibra, todas las variedades transgénicas tuvieron valores inferiores a sus respectivas variedades convencionales, siendo todas las diferencias significativas estadísticamente. Este resultado se explica por el hecho de que el principal daño que ocasiona el gusano rosado es precisamente en la semilla (JENKINS *et al.*, 1995).

En lo que se refiere al peso de cápsula, las variedades transgénicas presentaron, en general, un valor significativamente superior al obtenido por las variedades conven-

Cuadro 3
Componentes del rendimiento de diferentes variedades de algodonero
Table 3
Yield components of different cotton varieties

Variedades	Índice de semilla (g)	Porcentaje de fibra	Peso de cápsula (g)
"DP 5415"	6,91 c*	41.8 a	2,7 c
"NuCOTN 33^{B}"	8,36 ab	38,9 b	4,1 a
"DP 5690"	7,70 bc	41,5 a	3,4 b
"NuCOTN 35^{B}"	8,65 ab	39,0 b	4,1 a
"H 1220"	8,86 a	39,4 b	3,3
"H 1220 B"	9,04 a	37,0 d	3,8 ab
"H 1244"	8,05 ab	39,6 b	3,4 b
"H 1244 B"	9,08 a	37,7 cd	3,9 ab

(*) Valores con la misma letra son estadísticamente iguales en el test de Duncan ($p < 0.05$).

cionales, cuyo peso de capullo fue en promedio 20 por ciento menor que el de los genotipos resistentes.

Las variedades "NuCOTN 33^{B}" y "NuCOTN 35^{B}" tuvieron los valores más altos de peso de capullo con 4,1 g "DP 5415" tuvo el valor más bajo de peso de capullo con 2,7 g. Estos resultados eran de esperarse, ya que como menciona JENKINS *et al.* (1995), el daño de gusano rosado consiste en que al alimentarse de la semilla y acabar con las reservas del fruto provoca pérdidas en el peso de cápsula y al final en la producción de algodón. En cambio, en las variedades resistentes, el insecto no alcanza a provocar ningún daño de consideración antes de morir.

Rendimiento y precocidad

Los resultados de rendimiento y precocidad se muestran en el cuadro 4. El análisis de varianza indicó diferencias significativas entre variedades, tanto para el rendimiento como para la precocidad. Los valores de rendimiento más altos correspondieron a los cultivares "NuCOTN 33^{B}" y "NuCOTN 35^{B}" con 3.175 y 3.129 kg de algodón bruto/ha, respectivamente. Sus progenitores recurrentes, "DP 5415" y "DP 5690" tuvieron rendimientos 33 y 22 por ciento más bajo que sus correspondientes variedades transgénicas con 2.143 y 2.442 kg de algodón bruto/ha. Éstas superaron a su vez al resto de las variedades.

Las variedades transgénicas tipo Hartz no mostraron diferencias estadísticas en rendimiento con sus progenitores.

En el aspecto de precocidad los valores más altos los tuvieron "H1220" y "H1244" con 56 y 54%, respectivamente, superando significativamente a todas las demás variedades. En general las variedades tipo Hartz fueron más precoces que las variedades tipo Deltapine. El genotipo más tardío fue "NuCOTN 35^{B}" con un valor de precocidad de un 34 por ciento.

En lo que se refiere al rendimiento hubo una gran diferencia entre las variedades

Cuadro 4
Rendimiento y precocidad de diferentes variedades de algodonero
Table 4
Seedcotton yield and earliness of different cotton varieties

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Porcentaje de precocidad
"DP 5415"	2.143 b*	48 c
"NuCOTN 33^{B}"	3.175 a	47 c
"DP 5690"	2.442 b	47 c
"NuCOTN 35^{B}"	3.129 a	34 d
"H 1220"	1.629 c	56 a
"H 1220 B"	1.619 c	49 bc
"H 1244"	1.510 c	54 ab
"H 1244 B"	1.640 c	49 bc

(*) Valores con la misma letra son estadísticamente iguales en el test de Duncan ($p < 0,05$).

"NuCOTN 33^{B}" y "NuCOTN 35^{B}" con sus progenitores recurrentes "DP 5415" y "DP 5690" a favor de las transgénicas, demostrando que es esta característica la más afectada por el gusano rosado, teniendo su origen en los daños que ocasionaron en las características de número de cápsulas sanas y en el peso de cápsula (WOFFORD, 1996), y que la protección del gene Bollgard contra esta plaga es altamente eficiente (WATSON 1994).

En cuanto a las variedades Hartz, aún cuando las variedades transgénicas mostraron altos niveles de resistencia contra el gusano rosado, ésta no se reflejó en el rendimiento, ya que no mostraron diferencias significativas con respecto a sus progenitores recurrentes, debido a que su genotipo no esta adaptado a las condiciones de la Comarca Lagunera, ya que como menciona BACHELER (1996), la respuesta de un genotipo variará grandemente de área en área. Estas variedades por su característica de hoja pubescente son susceptibles al ataque de mosca blanca, el cual fue de consideración durante el desarrollo del presente experimento.

Conclusiones

1. Con los resultados del porcentaje de infestación y de larvas vivas se comprueba la resistencia de las variedades dotadas con el gene Bollgard al gusano rosado (*P. gossypiella* S).

2. El principal daño de gusano rosado se refleja en un menor peso de la cápsula abierta, un menor valor de índice de semilla y un mayor valor del porcentaje de fibra.

3. Las diferencias en rendimiento de las variedades "NuCOTN 33^{B}" y "NuCOTN 35^{B}" con sus respectivas variedades parentales "DP 5415" y "DP 5690" se debieron al mayor daño por gusano rosado observado en las últimas.

4. No obstante la resistencia de las variedades "H 1220 B" y "H 1244 B" al ataque

de gusano rosado, su susceptibilidad a mosca blanca (*Bemicia tabaci*) no permitió detectar diferencias significativas en la producción de algodón con respecto a sus progenitores.

5. Con excepción de la variedad NuCOTN 33^B, todas las variedades transgénicas se comportaron más tardías que las variedades convencionales.

Bibliografía

BACHELER J.S. 1996. Scouting Bt cotton for lepidopterous pests. p. 157. Beltwide Cotton Production Research Conferences, San Antonio, TX.

JENKNIS J.N., MCCARTY JR. J.C. and WOFFORD T. 1995. Bt. cotton a new era in cotton production. p.171. Beltwide Cotton Production Research Conferences, San Antonio, TX.

LAYTON B. 1996. Anticipated changes in mid-south insect management resulting from adoption of Bt-transgenic cotton. p. 160-161. Beltwide Cotton Production Research Conferences, San Antonio, TX.

MEREDITH JR. W.R. 1995. Strenghts and limitations of conventional and transgenic breeding. pp. 166-167, Beltwide Cotton Production Research Conferences, San Antonio, TX.

WATSON T.F. 1995. Impact of transgenic cotton on pink bollworm and other lepidopteran insects. p. 759. Beltwide Cotton Production Research Conferences, San Antonio, TX.

WOFFORD T. 1995. Transgenic cotton variety plans. p. 168. Beltwide Cotton Production Research Conferences, San Antonio, TX.

(Aceptado para publicación el 25 de mayo de 2000)

ITEA (2000), Vol. 96V N.° 3, 165-172

ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POR LA PUDRICIÓN DE LA CORONA DE LA ALFALFA (*Medicago sativa* L.) EN LA COMARCA LAGUNERA (NORTE DE MÉXICO)

Yasmin Ileana Chew Madinaveitia, Jesús Santamaría César

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

RESUMEN

En la Comarca Lagunera, localizada en el norte de México, la alfalfa es el principal cultivo forrajero. En esta región, la pudrición de la corona de la alfalfa (*Fusarium* spp, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum* sp, *Phoma medicaginis*), es la enfermedad más frecuente. Sin embargo, se desconocía su impacto en la producción de forraje, por lo que se estimaron las pérdidas causadas por la enfermedad en alfalfa de varias edades (1, 2 y 3 años de establecida) mediante muestreos de plantas de alfalfa en predios comerciales de la región.

Se detectó que la pudrición de la corona afecta a alfalfa de cualquier edad y que además, la proporción de plantas enfermas así como el daño se incrementan con la edad del cultivo. En lo referente a las pérdidas por la pudrición de la corona, se estimó que bajo las condiciones de la región, la enfermedad disminuye un 11,6% la producción de forraje seco en alfalfa de un año de establecida, 28,0% en la de dos años y 33,3% en la de tres.

Con estos criterios, se concluye que la pudrición de la corona de la alfalfa en la Comarca Lagunera, repercute negativamente en la producción del cultivo.

Palabras clave: *Medicago sativa* L., Pudrición de la corona, Pérdidas.

SUMMARY

ESTIMATION OF LOSSES CAUSED BY CROWN ROT OF ALFALFA (*Medicago sativa* L.) IN THE COMARCA LAGUNERA (NORTH OF MEXICO)

In the Comarca Lagunera, located in the North of Mexico, alfalfa is the main forage crop. In this region, crown rot (*Fusarium* spp, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum* sp, *Phoma medicaginis*) is the most frequent disease of alfalfa; however the impact of the disease on forage production was unknown. This study was undertaken to estimate the losses caused by this disease on alfalfa of different ages (1, 2 and 3 years after establishment).

Samplings were conducted on representative sites of the area. It was found that crown rot affects alfalfa at any age and that the proportion of diseased plants and the damage increase as the crop ages. Losses caused by crown rot were estimated on 11.6, 28.0, and 33.3% of dry forage in alfalfa of one, two, and three year old, respectively, severely affecting the alfalfa production in the area.

Key words: *Medicago sativa* L., Crown rot, Yield loss.

Introducción

La pudrición de la corona de la alfalfa es una enfermedad que se caracteriza por destruir el tejido de la corona, por lo que la producción de yemas se limita al tejido que se encuentra sano. Esta enfermedad es causada por un complejo de fitopatógenos (*Fusarium* spp, *Rhizoctonia solani, Colletotrichum* sp, *Phoma medicaginis*) (CHEW, 1997; GRAHAM *et al.*, 1979), que pueden variar dependiendo de la región o condiciones ambientales (RICHARD *et al.*, 1980; LEATH *et al.*, 1988).

La alfalfa está predispuesta al ataque de muchos fitopatógenos, porque es una especie perenne, y es constantemente dañada por implementos de cosecha, insectos y por bajas temperaturas (heladas) que ocasionan heridas. Estas heridas son una entrada para los patógenos que encuentran un microclima en la corona que favorece la pudrición; sin embargo, existen patógenos que penetran directamente al tejido (algunas especies de *Fusarium*), sin necesidad de que exista una herida (LEATH *et al.*, 1988). Esta enfermedad esta ampliamente distribuida en todas las regiones en donde se cultiva la alfalfa; en algunas regiones productoras, la pudrición de la corona es el principal problema porque disminuye la producción anual y la vida productiva del cultivo. En Minnesota, la mayoría de los alfalfares presentan cierto grado de pudrición en la corona (WILCOXSON *et al.*, 1977) y en Quebec, Canadá, se estima una pérdida del 18% debido a esta enfermedad (RICHARD *et al.*, 1980).

En la Comarca Lagunera, región localizada en el norte de México y que comprende parte de los estados de Coahuila y Durango, la alfalfa es el principal cultivo forrajero con una superficie de 34,690 ha (ANÓNIMO, 1997). Anualmente se realizan un promedio 10 cortes con una producción aproximada de 76 ton ha^{-1} $año^{-1}$ de forraje verde y 16 ton ha^{-1} $año^{-1}$ de forraje seco; la lámina de riego es de 170-200 cm anuales (QUIROGA *et al.*, 1991). La vida útil del cultivo es de un promedio de tres años. El forraje se utiliza en verde o henificado para la alimentación del ganado bovino. En esta región se determinó que la pudrición de la corona es la enfermedad más frecuente y su severidad se acentúa en alfalfa de mayor edad (CHEW, 1997), lo que coincide con otros autores de Canadá (RICHARD *et al.*, 1980) y EE.UU. (TURNER y VAN ALFEN, 1983).

En la Comarca Lagunera no existe información del impacto de la pudrición de la corona en la producción de alfalfa, pero se asume que esta enfermedad está repercutiendo negativamente en la producción, debido a que la mayoría de las alfalfas de la región presentan esta enfermedad; por ello, se inició un trabajo en 1996 para cuantificar las pérdidas por la enfermedad, pero debido a problemas de cobertura de la muestra, se detectaron sesgos en la estimación de pérdidas (CHEW, 1996). Por lo anterior, se decidió modificar una parte del muestreo y continuar en 1997 con el objetivo de estimar los porcentajes de pérdidas en el rendimiento de forraje en alfalfa de diferente edad.

Material y métodos

El estudio se realizó en la Comarca Lagunera (norte de México) localiza a una altitud de 1,139 msnm, entre los 102° 00' y 104° 47' longitud Oeste y 24° 22' y 26° 23' de latitud Norte. El clima es seco desértico o Bskw de acuerdo a la clasificación climática

de Köpen modificada por GARCÍA (1973). La precipitación media es de 242 mm al año y el suelo es del grupo Xierozem según la clasificación de suelos de la FAO (1974). En esta región los suelos tienen un alto nivel de carbonatos. El pH es de 8,0 - 8,3. La conductividad eléctrica es muy variable, con rangos de 1,5 a 8,0 dS m^{-1}.

Estimación de índices de pérdida por grado de ataque de la enfermedad y edad de la alfalfa

En 1997 se seleccionaron seis predios de alfalfa comerciales de la región de la variedad CUF-101, la cual es una de las más comunes. Además, de que no se encontraron diferencias varietales con la enfermedad (CHEW, 1997). De éstos predios, dos eran de un año, dos de dos años y dos de tres años de haberse establecido. Se realizaron tres muestreos de plantas en mayo, agosto y diciembre.

En cada predio y fecha de muestreo se extrajeron al azar de 150 a 200 plantas completas de alfalfa que estaban a punto para cortarse (50% de floración y 10% de botón). Las plantas se cortaron longitudinalmente para calificar el daño en las coronas, siguiendo la escala propuesta por WINDELS y HOLEN (1989):

0 = planta sana.

1 = 1 a 25% del área de la corona dañada.

2 = 26 a 50% del área de la corona dañada.

3 = > 50% del área de la corona dañada.

De cada grado de ataque de la enfermedad, se seleccionaron 25 plantas. A cada planta se le cortaron los tallos (forraje) a la altura en que normalmente se cosecha la alfalfa (5 cm arriba de la corona) y se pesaron individualmente para obtener el peso verde. Posteriormente, las muestras de forraje se colocaron en una estufa a 60 °C por 48 h para obtener el peso seco. El peso verde y seco de cada grupo de 25 plantas se promedió para obtener los índices de pérdidas por grado de ataque de la enfermedad y edad de la alfalfa por medio de la relación:

$$IPpc_{jk} = (1 - Ppe / Pps)\ 100.$$

$IPpc_{jk}$ = índice de pérdidas por la pudrición de la corona.

Ppe = peso promedio de 25 plantas enfermas de cada grado de ataque ($_k$) en el predio de edad($_j$).

Pps = peso promedio de 25 plantas sanas en el predio correspondiente de edad($_j$).

$_j$ = edad de la alfalfa (1, 2 y 3 años).

$_k$ = grado de ataque de la pudrición de la corona (1, 2 y 3).

Con el objeto de estimar los índices de pérdida en función al grado de ataque, se ajustaron modelos lineales por edad de la alfalfa mediante técnicas de regresión múltiple, seleccionando el modelo polinominal con mayor significancia estadística por el método Forward (REBOLLEDO, 1993).

Estimación de pérdidas por la pudrición de la corona por unidad de superficie y edad de la alfalfa

En los mismos predios, además del muestreo de plantas para obtener los índices de pérdidas por grado de ataque en las diferentes edades de la alfalfa, se realizó otro muestreo para determinar la incidencia de plantas sanas y enfermas por edad del cultivo a fin de estimar las pérdidas por unidad de superficie. Para esto, en una área de una hectárea de cada predio se ubicaron 30

puntos equidistantes el uno del otro; en cada punto se extrajeron de tres a cuatro plantas, dando un total de 90 a 120 plantas por predio. Todas las plantas se cortaron longitudinalmente para calificar el daño en la corona, de acuerdo a la escala utilizada anteriormente y así obtener la proporción de plantas sanas y enfermas con los diferentes grados de ataque de la enfermedad. Además, se determinó el índice de la enfermedad por edad del cultivo, el cual es un indicativo de la severidad (daño); cuanto mayor sea el índice es mas severa la enfermedad. Para obtener los índices se utilizó la expresión:

$$IE_j = \frac{(n_0 \times 0) + (n_1 \times 1) + (n_2 \times 2) + (n_3 \times 3)}{3N}.$$

IE_j = índice de la enfermedad.

$_j$ = edad de la alfalfa (1, 2 y 3 años).

n_i = número de plantas con el grado de ataque $_i$.

$_i$ = grado de ataque de la enfermedad (0, 1, 2 y 3).

N = total de plantas ($n_0 + n_1 + n_2 + n_3$).

Para estimar la producción de forraje verde y seco de alfalfa por edad ($_j$) del cultivo y unidad de superficie, se relacionó la incidencia o proporción de plantas sanas y enfermas por hectárea con los índices de pérdidas ($IPpc_{jk}$), considerando la siguiente expresión:

PPE_{jk} = (%de plantas$_{jk}$/ha)(1-$IPpc_{jk}$).

PPE_{jk} = porcentaje estimado de la producción de forraje.

$_j$ = edad del cultivo (1, 2 y 3 años).

$_k$ = grados de ataque de la pudrición de la corona (0, 1, 2 y 3).

En la ecuación se fueron sustituyendo los valores obtenidos anteriormente. Primero se relacionó el porcentaje de plantas sanas de un año con el índice de pérdidas del grado 0. Después el porcentaje de plantas con el grado 1 con el índice de reducción de ese grado, y así sucesivamente con las proporciones de plantas con los grados de ataque dos y tres e índices de pérdidas de esos grados. Los resultados de las cuatro ecuaciones se sumaron para obtener la producción estimada $ha^{-1}edad^{-1}año^{-1}$. Esta misma secuencia se realizó para la alfalfa de dos y tres años.

El porcentaje de pérdidas de forraje seco y verde en la alfalfa de las tres edades se obtuvo por diferencia:

$PP_j = (100 - PPE_j)$.

PP_j = porcentaje de pérdidas.

PPE_j = porcentaje estimado de producción de forraje.

$_j$ = edad del cultivo (1, 2 y 3 años).

Resultados y discusión

Las ecuaciones obtenidas de la relación índice de pérdidas-grado de ataque se presentan en el cuadro 1. La relación índice de pérdidas-severidad se ajustó a una ecuación cuadrática en alfalfa de primer año, y en la de dos y tres años, a ecuaciones lineales.

La incidencia e índice de la enfermedad, así como la proporción de plantas con mayor daño en las coronas varió de acuerdo a la edad de la alfalfa (cuadro 2). En alfalfa de un año, aunque la incidencia es alta (62%), el índice de la pudrición de la corona es bajo (0,3), predominando plantas sanas y plantas con severidad de síntomas leves (1-25% del área de la corona dañada). Al incrementarse la edad del cultivo, aumen-

ta la incidencia y las plantas con síntomas más severos, lo que se refleja en un aumento del índice de la enfermedad. Referente a esto, se observa que el índice de la enfermedad se incrementa al doble en alfalfa de dos años en comparación con la de uno, posteriormente el aumento del índice de dos a tres años es mas suave, pero la proporción de plantas sanas es muy baja (1,6%).

Cuadro 1
Modelos matemáticos utilizados para describir la relación reducción del rendimiento-grado de ataque de la pudrición de la corona en alfalfa de diferente edad. 1997
Table 1
Models describing the relationship yield loss-severity of crown rot of alfalfa at different years after their establishment. 1997

Edad de la alfalfa (años)	Forraje	Modelo	r^2	Desviación estándar del error	N.° de muestras
1	Seco	$y = 0.00768 + 0.04058x + 0.0506x^2$.	0,99	0,00092	120
1	Verde	$y = 0.011215 + 0.029313x + 0.065825x^2$	0,99	0,00143	120
2	Seco	$y = 0.0320 + 0.1488x$	0,95	0,00272	150
2	Verde	$y = 0.0292 + 0.1582x$	0,97	0,00176	150
3	Seco	$y = 0.0208 + 0.1573x$	0,98	0,00095	150
3	Verde	$y = 0.0151 + 0.1581x$	0,99	0,00044	150

x = 0, 1, 2 y 3 (grados de ataque de la pudrición de la corona en alfalfa).
x = 0, 1, 2 and 3 (severity rating of crown rot of alfalfa).

Cuadro 2
Incidencia e índice de la pudrición de la corona de la alfalfa y porcentajes de plantas de alfalfa con diferentes grados de ataque de la enfermedad de acuerdo a la edad del cultivo. 1997
Table 2
Incidence and disease index of alfalfa crown rot and percent of alfalfa plants with different severity ratings of crown rot at different years after their establishment. 1997

Edad de la alfalfa (años)	Incidencia %	Índice de la enfermedad	Grado de ataque[1]				N.° de predios
			0	1	2	3	
1	62.0	0.3	38,0	41,7	15,9	4,40	2
2	87,1	0,6	12,9	33,2	29,1	24,8	2
3	98,4	0,7	1,6	29,7	37,2	31,5	2

(1) 0= planta sana; 1= 1-25% del área de la corona dañada; 2 = 26-50% del área de la corona dañada; 3 = más de 50% del área de la corona dañada.
(1) 0 = healty plant; 1= 1-25% crown damage; 2 = 26-50% crown damage; 3 = more than 50% crown damage.

El daño en las coronas y el incremento de plantas enfermas se refleja en la producción de forraje. Las estimaciones de pérdidas de forraje seco en la región fueron de 11,6, 28,0 y 33,3% ha^{-1} $año^{-1}$ en alfalfa de uno, dos y tres años de establecida, respectivamente (cuadro 3). Estos datos muestran que la pudrición de la corona tiene un impacto negativo en la producción de forraje en la Comarca Lagunera, ya que desde el primer año existe una reducción en el rendimiento que se incrementa con la edad del cultivo. En la Comarca Lagunera, la producción promedio de forraje seco es de 16 ton ha^{-1} $año^{-1}$ (QUIROGA *et al.*, 1991) y, si existe una disminución de 33,3% de forraje en alfalfa de tres años, lo que equivale a 5,3 ton ha^{-1} $año^{-1}$, la pudrición de la corona está influyendo en la vida útil del cultivo. Si el avance de la enfermedad continúa, lo cual se traduce en un incremento en el daño en las coronas, mantener por más tiempo al cultivo podría no ser rentable, ya que existe una relación inversa entre la producción de forraje y el daño en las coronas (RICHARD *et al.*, 1980; MICHAUD y RICHARD, 1985).

Las estimaciones de pérdidas por la pudrición de la corona de la alfalfa difieren de acuerdo a la región. En Quebec, Canadá se reporta un 18% de reducción por la enfermedad (RICHARD *et al.*, 1980) y, en el Estado de Utah (EE.UU.), se menciona que la enfermedad no afecta drásticamente la producción (TURNER y VAN ALFEN, 1983). En las regiones deserticas con sistemas de irrigación en California y Arizona, la pudrición de la corona de la alfalfa causada principalmente por *Rhizoctonia solani* es la enfermedad mas importante en el verano; aunque no se reportan pérdidas en la producción por esta causa, se menciona que las plantas afectadas son menos vigorosas y cuando la pudrición es muy severa las plantas mueren. Esta enfermedad también está presente en Australia e Irán y en aquellas regiones con condiciones similares de alta temperatura en el verano, como en la Comarca Lagunera (GRAHAM *et al.*, 1979; UNIVERSITY OF CALIFORNIA, 1981).

Es difícil comparar los resultados obtenidos en este trabajo con los reportados en otros países, ya que el manejo del cultivo,

Cuadro 3
Porcentajes de pérdidas en forraje verde y seco causadas por la pudrición de la corona de la alfalfa de acuerdo a la edad del cultivo. 1997
Table 3
Percent yield loss of fresh and dry forage caused by crown rot of alfalfa at different years after their establishment. 1997

Edad de la alfalfa (años)	Pérdida en producción de alfalfa	
	Forraje verde	Forraje seco
1	13,2%	11,6%
2	29,2%	28,0%
3	32,9%	33,3%

suelo, condiciones climáticas y cultivares de alfalfa son diferentes en cada región. Además, el desarrollo de las enfermedades y su impacto en la producción varía de acuerdo a la localidad, el medio ambiente y el agente causal (AGRIOS, 1996).

En Canadá, debido a las condiciones ambientales y a las variedades que utilizan (latentes), la alfalfa se cosecha dos o tres veces al año (MELTON *et al.*, 1988) y la longevidad del cultivo es alta (más de 5 años). En el Estado de Utah (EE.UU.), se reportan alfalfas de 11 años de edad aún en producción (TURNER y VAN ALFEN, 1983). En la Comarca Lagunera, la alfalfa se maneja intensivamente por lo que la planta está expuesta a más daño debido a los cortes frecuentes y al consecuente tráfico de maquinaria. Se reporta que un incremento en el número de cortes incrementan las pudriciones en la raíz y la población de *Fusarium* spp en la rizosfera (O'ROURKE y MILLAR, 1966), por lo que es de esperarse que en las alfalfas de la Comarca Lagunera, sometidas a más estrés, se incremente el daño por la pudrición de la corona y que las pérdidas por la enfermedad sean más elevadas.

Conclusiones

• El índice de la enfermedad, la proporción de plantas enfermas y la severidad de la pudrición de la corona de la alfalfa se incrementan con la edad del cultivo.

• Bajo las condiciones de la Comarca Lagunera, la pudrición de la corona de la alfalfa repercute negativamente en la producción de forraje, al disminuir 11,6, 28,0 y 33,3% ha^{-1} $año^{-1}$ de forraje seco en alfalfa de uno, dos y tres años de establecida, respectivamente.

Bibliografía

AGRIOS G.N., 1996. Fitopatología. Segunda edición. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. México. 17-19.

ANÓNIMO. 1997. Anuario estadístico de la producción agropecuaria. Región Lagunera Coahuila - Durango. Alianza para el Campo. Sistema de información agropecuaria. SAGAR. Delegación en la Región Lagunera Durango-Coahuila. Subdelegación de planeación y desarrollo rural. Cd. Lerdo, Dgo.

CHEW M.Y.I., 1996. Estimación de pérdidas por la pudrición de la corona. Informe de investigación. SAGAR-INIFAP-CIRNOC-CELALA. Matamoros, Coah.

CHEW M.Y.I., 1997. Enfermedades de la alfalfa en la Región Lagunera. Folleto Técnico No. 4. SAGAR-INIFAP-CIRNOC-CELALA. Matamoros, Coah, 25 p.

FAO., 1974. Legend of the soil map of the world. FAO. Rome.

GARCÍA E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México, 7-51.

GRAHAM J.H., D.L. STUTEVILLE, F.I. FROSHEISER and D.C. ERWIN., 1979. A compendium of alfalfa diseases. APS. St. Paul, Minnesota. 65 p.

LEATH K.T., D.C. ERWIN and G.D. GRIFFIN., 1988. Diseases and nematodes. *In*: Alfalfa and alfalfa improvement. Agronomy, 29:621-670.

MELTON B., J.B. MOUTRAY and J.H. BOUTON., 1988. Geographic adaptation and cultivar selection. *In*: Alfalfa and alfalfa improvement. Agronomy, 29:614-617.

MICHAUD R. and C. RICHARD., 1985. Evaluation of alfalfa cultivars for reaction to crown and root rot. Can. J. Plant Sci, 65:95-98.

O'ROURKE and R.L. MILLAR., 1966. Root rot and root microflora of alfalfa as affected by potassium nutrition, frequency of cutting, and leaf infection. Phytopathology, 56:1040-1046.

QUIROGA G. H.N., J.A. CUETO W., U. NAVA C., E. CASTRO M., y L.E. MORENO., 1991. Guía para el cultivo de la alfalfa en la Comarca Lagunera. SARH-INIFAP-CIFAP-Comarca Lagunera. Folleto para productores, 2:1-16.

REBOLLEDO R. H.H.. 1993. SAS en microcomputadora. Análisis de experimentos con fines de optimización de insumos agrícolas. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de suelos. Area de fertilidad. Chapingo. Edo. de México. 42-48.

RICHARD C., R. MICHAUD, A. FREEVES and C. GAGNON., 1980. Selection for root and crown rot resistance in alfalfa. Crop Sci. 20:691-695.

TURNER V. and N.K. VAN ALFEN., 1983. Crown rot of alfalfa in Utah. Phytopathology, 73:1333-1337.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA., 1981. Integrated pest management for alfalfa hay. Statewide Integrated Pest Management Project. Division of Agriculture and Natural Resources. University of California. 97 p.

WILCOXSON R.D., D.K. BARNES, F.I. FROSHEIRSER and D.M. SMITH., 1977. Evaluating and selecting alfalfa for reaction to crown rot. Crop Sci. 17:93-96.

WINDELS C.E. and C. Holen., 1989. Association of *Bipolaris sorokiniana, Fusarium graminearum* Group 2, and *F. culmorum* on spring wheat differing in severity of common root rot. Plant Dis. 73:953-956.

(Aceptado para publicación el 18 de septiembre de 2000)

ITEA (2000). Vol. 96V N.° 3, 173-184

COMPETENCIA ENTRE MÉXICO Y PAÍSES DE AMÉRICA CENTRAL EN LOS MERCADOS ESTADOUNIDENSES DE MELÓN Y SANDÍA

José de Jesús Espinoza Arellano

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

RESUMEN

México fue por muchos años la fuente principal de abastecimiento externo de melones para el mercado de los Estados Unidos. Sin embargo, en años recientes la participación de México en ese mercado ha bajado considerablemente mientras que la de sus competidores, principalmente países Centroamericanos, ha aumentado. Por ejemplo, durante los años 1970s y 1980s México abastecía mas del 90% de las importaciones estadounidenses de melón cantaloupe, mientras que en años recientes esa participación bajo al 30%. Tendencias similares se observan en melón honeydew y sandía. El objetivo de este estudio es identificar los factores que han influido en estas tendencias y pronosticar sus efectos en el flujo de comercio entre México, países de Centroamérica y los Estados Unidos durante las estaciones de invierno y primavera. El análisis se llevó a cabo utilizando un modelo econométrico de equilibrio parcial que incluye a México, países de Centroamérica y los Estados Unidos y al melón cantaloupe, melón honeydew y sandía.

Los resultados del análisis muestran que la devaluación del peso de 1994-1995 tuvo la mayor influencia de corto plazo en la capacidad de México para exportar mientras que en el largo plazo el efecto negativo más importante para México, en relación con la pérdida de competitividad, estuvo asociado con el estancamiento en los rendimientos. El costo de la mano de obra y el crecimiento del ingreso en México tienen también efectos importantes en las exportaciones de México pero de menor magnitud que los rendimientos. En general, las reducciones y eventual eliminación de los aranceles acordadas en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) tienen un efecto modesto en la capacidad de México para exportar a los Estados Unidos.

Palabras clave: Modelo econométrico, Tratado de libre comercio, Productividad, Devaluación de la moneda, Aranceles, Comercio agrícola internacional.

SUMMARY

COMPETITION BETWEEN MEXICO AND CENTRAL AMERICA COUNTRIES IN THE U.S. VEGETABLE MARKETS: THE MELONS CASE

Mexico was the primary foreign source of melons for the U.S. market for many years. However, in recent years, Mexico's share of the U.S. melon markets has significantly declined while that of Central America nations increased. For example, during the 1970s and early 1980s, Mexico supplied more than 90% of U.S. cantaloupe imports whereas in recent years Mexico has supplied about 30% of the U.S. market.

Similar declines in market share have been observed for honeydew and watermelon. The objective of this study is to empirically identify, and forecast the effects of primary economic forces affecting United States, Mexico and Central America nations melon trade in winter and spring seasons. Analysis is accomplished with a price equilibrium econometric model of the U.S., Mexico and Caribbean nations and cantaloupe, honeydew and watermelon industries.

The analysis shows the 1994-1995 peso devaluation to have the greatest short-run influence on Mexico's ability to export while the largest long-run negative impact was associated with stagnant Mexican melon yields. Mexican agricultural labor cost and accelerated growth in Mexican per capita income have important impacts on melon exports but are of less importance than yields. In general, the tariff-reducing provisions of NAFTA have a comparatively modest influence on Mexico's ability to export to the United States.

Key words: Econometric model, Free trade agreement, Productivity, Peso devaluation, Tariffs, International agricultural trade.

Introducción

Históricamente México fue la principal fuente de abastecimiento externo de melón y sandía para los Estados Unidos. Sin embargo, en los últimos años la participación de México ha disminuido de manera significativa mientras que la de sus competidores, principalmente países Centroamericanos, se ha incrementado (Espinoza, 1998). Algunos especulan que el estatus de nación más favorecida que fue aplicado por los Estados Unidos a la mayoría de los países de la cuenca del Caribe y su correspondiente eliminación en el pago de aranceles y más recientemente el acuerdo comercial de la "Cuenca del Caribe" ha colocado a los países de la Cuenca del Caribe, incluidos países Centroamericanos, en una posición ventajosa con respecto a México en el mercado de los Estados Unidos. Se argumenta que la eliminación de los aranceles al melón y sandía mexicanos en el marco del tratado de libre comercio con Estados Unidos y Canadá restablecerá la posición dominante de México como principal abastecedor externo de melones. El objetivo de este estudio es identificar las principales variables económicas que han afectado la competitividad de México en el mercado invernal (Diciembre-Mayo) de melón y sandía de los Estados Unidos. El análisis se enfoca hacia las variables tipo de cambio, salarios agrícolas, productividad (rendimientos por ha), ingreso *per cápita* y eliminación de aranceles. El análisis se llevó a cabo utilizando un modelo econométrico de equilibrio parcial fundamentado en la teoría del comercio agrícola internacional.

Revisión de literatura

La literatura con arbitraje sobre aspectos económicos y comerciales en melón y sandía en México y los Estados Unidos es escasa. La excepción fue la estimación de una ecuación de demanda de sandía para los Estados Unidos (Suits, 1955). La ecuación de demanda estimada estuvo basada

en información a nivel nacional cubriendo el período 1930-1951 y fue estimada usando la forma funcional doble logarítmica. Las elasticidades estimadas ingreso y precio propio fueron 1,37 y -0,90, respectivamente. La revisión de literatura sin arbitraje muestra un mayor número de estudios que proveen información de gran utilidad. BUXTON (1992) estimó funciones de oferta para 14 hortalizas y frutas, incluyendo melón honeydew y sandía. Las funciones estimadas incluyeron variables con rezagos distribuidos utilizándose información que cubrió el período de 1970 a 1991; los resultados mostraron que las respectivas elasticidades de oferta para sandía y melón honeydew fueron 0,34 y 1,16. Adicionalmente, el análisis mostró que las elasticidades cruzadas no fueron significativas estadísticamente, es decir, la oferta depende principalmente de los precios propios rezagados. COOK, *et al.* (1991) exploraron los posibles impactos del TLCAN en el sector hortícola de los Estados Unidos. Ellos observaron que la producción en México es generalmente complementaria de la producción de los Estados Unidos durante el período Diciembre-Abril, pero notaron alguna competencia en Mayo. FULLER y HALL (1991) sugirieron que el tipo de cambio y la eliminación de los aranceles en el contexto del tratado de libre comercio pueden tener un efecto importante en los flujos de comercio de melones y hortalizas entre México y los Estados Unidos. BROWN y SUÁREZ (1991) observaron una marcada estacionalidad en el consumo de melón cantaloupe en los Estados Unidos con el mayor consumo durante el mes de Junio y el menor durante el mes de Diciembre. Se encontró que los estados de California, Texas y Arizona dominan el mercado de Mayo a Diciembre mientras que México, los países de Centroamérica y del Caribe son los principales abastecedores durante el período Enero-Abril. Adicionalmente, ellos encontraron que los precios reales de estos productos en el mercado de los Estados Unidos han disminuido a través del tiempo.

Debido a que existen otros estudios sobre comercio internacional de hortalizas con objetivos similares al nuestro se incluye una revisión de esa literatura. SIMMONS y POMAREDA (1975) y, más recientemente, ZABIN (1997) analizaron el efecto de los salarios sobre las exportaciones de hortalizas frescas a los Estados Unidos. SIMMONS y POMAREDA (1975) estimaron que un incremento del 10% de los salarios en México reduciría en 7% sus exportaciones. ZABIN (1997) concluye que el costo real de mano de obra por unidad de producto cosechada es considerablemente menor que los diferenciales en salario pagados por los productores de México y California. TAYLOR y WILKOWSKE (1984) muestran que el crecimiento de la productividad es fundamental para los productores de hortalizas locales en la competencia con proveedores externos y COOK (1992) identifica los desarrollos tecnológicos como un factor importante en la determinación de la competitividad de los productores Mexicanos en el mercado de los Estados Unidos. SCHUH (1987) demuestra la importancia potencial del tipo de cambio en el comercio México-Estados Unidos. SCHULTHIES y WILLIAMS (1992) sugieren que el rápido crecimiento en la demanda de frutas y hortalizas en México puede limitar la posibilidad de ese país para exportar esos productos. Esto es el resultado del crecimiento del consumo *per cápita* de estos productos y la creciente urbanización y el ingreso. HAMMIG y MITTELHAMMER (1982) estimaron que la eliminación de los aranceles aplicados al tomate mexicano de importación por parte de los Estados Unidos reduciría la oferta doméstica 24 por ciento. En resumen, la literatura revisada

revela que hay pocos estudios sobre aspectos económicos y de comercio internacional de melón y sandía. Sin embargo, los estudios existentes ofrecen una buena perspectiva acerca de cuales son los puntos a considerar al momento de especificar un modelo de comercio agrícola internacional.

Antecedentes

Como se mencionó anteriormente en el mercado de los Estados Unidos se aprecia un traslape durante el mes de Mayo entre la producción local de melones y sandía y las importaciones. En el caso de la sandía el traslape se presenta durante los meses de Abril y Mayo. Florida es el principal estado abastecedor de sandía durante el mes de Abril, mientras que Florida, California y Texas abastecen cerca del 85% del consumo en Mayo. En los últimos años los países de la Cuenca del Caribe, en particular Costa Rica, Guatemala y Honduras han ganado importante participación en el mercado de melones de los Estados Unidos. En 1972/74, México abastecía 93% de las importaciones estadounidenses de melón cantaloupe mientras que el resto lo abastecían los países del Caribe y Centroamérica. Sin embargo, para el período 1992/94, la participación de México y Centroamérica fue de 36 y 64%, respectivamente. En cuanto al melón honeydew la participación de los países Centroamericanos se incrementó del 8 al 57% mientras la participación de México declinó del 67 al 40%. Asimismo, la participación de los países Centroamericanos en el mercado de la sandía se incrementó de cerca del 0 al 5% aunque estos países no constituyen todavía una fuerza importante en el mercado invernal de los Estados Unidos. Sin embargo, los productores de sandía de los Estados Unidos tienen una importante participación en este mercado y para el período 1972/74-1992/94 la participación en el mercado se incrementó del 59 al 65% mientras la participación de los productores mexicanos disminuyó del 40 al 30%.

Las importaciones de melón procedentes del Caribe y Centroamérica han ingresado a los Estados Unidos libres de aranceles debido al estatus de "nación más favorecida" y más recientemente (1983) debido al acuerdo comercial de la "Cuenca del Caribe". En contraste, las importaciones de melón procedentes de México han experimentado diferentes aranceles durante el período Diciembre-Mayo. Antes de la vigencia del tratado de libre comercio con América del Norte (México, Estados Unidos y Canadá) llamado comúnmente TLCAN, se aplicaba a las sandías un arancel ad valorem del 20% durante el período Diciembre-Mayo. En el marco de las negociaciones del TLCAN este arancel fue eliminado de inmediato con la excepción del mes de Mayo el cual será eliminado en un período de 10 años. El melón honeydew estuvo sujeto, antes del TLCAN, a un arancel *ad valorem* del 8,5% que comprendía el período Diciembre-Mayo. El arancel de Mayo para la sandía será eliminado totalmente en el año 2004 (10 años), mientras que el del período Diciembre-Abril será eliminado en 5 años. En cuanto al melón cantaloupe, el arancel para el período Enero-Mayo 15 era cero antes de la vigencia del TLCAN y con la entrada en vigencia de este tratado se eliminó de inmediato el arancel para el mes de Diciembre que era de 35% (Espinoza, 1998).

La producción de melón y sandía en los países de América central se ha beneficiado del tratado comercial de la "Cuenca del Caribe" al haber recibido importante inversión nacional y extranjera en tecnología de producción. En 1973/74, los rendimientos

de melón cantaloupe en la región promediaban 4,12 ton/hectárea, aproximadamente 1/3 de los rendimientos en México (12,8 ton/hectárea). Sin embargo, para el período 1993/94, los rendimientos en los países de América Central habían crecido hasta cerca de 19 ton/hectárea mientras los rendimientos en México han permanecido casi estancados. Incrementos similares se observan en melón honeydew donde en los países Centroamericanos los rendimientos se elevaron de 1,12 ton/hectárea en 1973/74 hasta cerca de 16 ton/hectárea en 1993/94 (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, FAO, 1970-1994).

Modelo conceptual y datos

El modelo a usarse incluye tres regiones (Estados Unidos, México y Centroamérica) y tres productos (melón cantaloupe, melón honeydew y sandía). El modelo conceptual incluye ecuaciones de oferta y demanda para los Estados Unidos, México y países de Centroamérica. Debido a que durante el período Enero-Mayo en los casos del melón honeydew y cantaloupe la producción en Estados Unidos es mínima y solamente complementa las importaciones, las ofertas de estos productos se consideraron como variables exógenas por lo que no se especificaron ecuaciones para estos productos; por el contrario, debido a que en el caso de la sandía se da una competencia con las importaciones se consideró a su oferta como variable endógena por lo que se especificó y estimó una ecuación de oferta para la producción de sandía de los Estados Unidos. Se especificaron también ecuaciones que relacionan los precios al nivel del consumidor y productor para cada región. Se especificaron también ecuaciones de transmisión que ligan los precios al consumidor en los Estados Unidos con los del productor en México y Centroamérica e incluyen también las variables tipo de cambio y aranceles. Las ecuaciones en exceso de oferta de México y Centroamérica fueron igualadas a las de exceso de demanda de Estados Unidos para determinar las condiciones de equilibrio.

Las ecuaciones en el modelo se especificaron de acuerdo a los postulados de la teorías Microeconómica y de Comercio internacional. El consumo *per cápita* en las funciones de demanda se especifica como función del precio propio al nivel del consumidor, precios de otros melones y el ingreso *per cápita*. Las ecuaciones de oferta son estimadas con una ecuación de superficie y rendimiento. La ecuación de superficie se especifica como función del precio propio rezagado, el precio rezagado de otros melones y el costo de los insumos de producción. Las ecuaciones de transmisión especifican el precio al productor en México y Centroamérica como función del precio al consumidor en Estados Unidos, el tipo de cambio real y los respectivos aranceles (CHAMBERS Y JUST, 1979). Esta especificación se basa en el supuesto de que durante el período de exportación los cambios en los precios al consumidor en Estados Unidos se transmiten a las regiones productoras de México y Centroamérica. Las ecuaciones de oferta en exceso para México y Centroamérica resultan de la diferencia entre sus respectivas ecuaciones de oferta y demanda. La ecuación de demanda en exceso para los Estados Unidos es formulada como la diferencia entre la demanda y la oferta mas las exportaciones. Finalmente, las condiciones de equilibrio del mercado son incluidas al igualar las ecuaciones de oferta en exceso con las de demanda en exceso. Las importaciones de melón y sandía de los Estados

Unidos procedentes de otros países diferentes a México y Centroamérica son pequeñas por lo que son tratadas como exógenas en las ecuaciones de equilibrio. Del mismo modo, las exportaciones de México y Centroamérica a otros países diferentes de Estados Unidos son pequeñas por lo que también son tratadas como exógenas en el modelo.

Los datos para estimar los parámetros del modelo representan el período Diciembre-Mayo para los años 1970-1994. Desafortunadamente, problemas de disponibilidad de información limitaron la estimación de algunas ecuaciones. Por ejemplo, no se encontró información suficiente sobre superficie cosechada, producción y precios al consumidor para estimar las funciones de oferta y demanda de melón honeydew para México y Centroamérica. En su lugar, y usando información de comercio exterior, se estimaron directamente ecuaciones de oferta en exceso para el melón honeydew en México y para melón honeydew y melón cantaloupe en Centro-américa. Las ecuaciones en exceso facilitan la estimación pero limitan la posibilidad de analizar mayor numero de escenarios.

El modelo fue estimado usando el método de mínimos cuadrados en tres etapas utilizando el procedimiento SYSNLIN del paquete estadístico SAS. El modelo final incluyó 19 ecuaciones de conducta y 70 parámetros estimados. De los 70 parámetros estimados 40 fueron significativos al nivel del 95% de confianza y el grado de ajuste, medido por el estadístico R^2, mostró valores entre el 0,35 y 0,94. Los estadísticos Durbin-Watson y Durbin-h indicaron la no-existencia de autocorrelación (PINDYCK y RUBINFELD, 1991). Los signos de los parámetros estimados fueron consistentes con la teoría económica y los valores de las elasticidades se ubicaron en los rangos esperados y en concordancia con estimaciones previas.

El modelo fue validado mediante simulación dentro del período muestral analizando su capacidad para reproducir la información histórica para el período disponible. En general, la raíz cuadrada del cuadrado medio del error (RMS% error) (PINDYCK y RUBINFELD, 1991) fue bajo (<20%) excepto para ciertas ecuaciones de oferta en exceso. El coeficiente U de Theil (PINDYCK y RUBINFELD, 1991) tomó valores cercanos a cero para casi todos los valores predichos. Adicionalmente, a algunas variables exógenas se les aplicó un shock con el objetivo de calcular los multiplicadores dinámicos y determinar la estabilidad del modelo. Todas las variables endógenas se movieron en la dirección esperada y retornaron al equilibrio después de 4 periodos. Los resultados del proceso de validación del modelo indican que replica adecuadamente la información histórica, es estable y por tanto es adecuado para llevar a cabo el análisis propuesto.

Resultados del proceso de simulación

Una vez que el modelo fue validado se utilizó para proyectar una línea base de variables endógenas para el período 1996-2004. Esto se llevó a cabo incorporando en el modelo proyecciones de las variables exógenas a través de este período de tiempo. Los resultados de la línea base de las variables endógenas sirvieron como punto de referencia con los cuales se compararían los resultados de la simulación del modelo que incluyeron cambios en variables exógenas de interés tales como rendimientos, tipo de cambio, costo de mano de obra, ingreso

per cápita y aranceles. Los efectos de estas variables fueron aislados al comparar los resultados de la línea base con los resultados de las simulaciones que resultaron de ajustar los valores de las variables exógenas una por una.

Los valores proyectados de las variables macreconómicas exógenas incluidas en la línea base fueron obtenidos de FOOD AND AGRICULTURAL POLICY RESEARCH INSTITUTE, FAPRI (1995) mientras que los valores de las proyecciones de rendimientos se obtuvieron siguiendo las tendencias históricas. El crecimiento en el Producto Interno Bruto real per capita de Estados Unidos se proyecta a tasas de crecimiento anual de entre 1,2 y 1,4% de 1996 al 2004, mientras que en el caso de México se proyectaron tasas anuales del 2%. En el caso del crecimiento de la población, para los Estados Unidos se proyectaron tasas anuales de crecimiento de entre 0,84 y 1% para el periodo 1996-2004, mientras que para México el crecimiento de la población fue proyectado a tasas anuales de entre 1,6 y 2%. Los incrementos en salarios reales en México se proyectaron a tasas anuales de 1,5% mientras que en el caso de los Estados Unidos las tasas fueron de entre 2,6 y 3,2%. En esta línea base se incluyó la devaluación del peso de 1994/1995. Las proyecciones en el tipo de cambio real en pesos/dólar consideraron un incremento del 20% en 1996 con incrementos posteriores de menor magnitud hasta llegar a un 8% en el año 2004, lo que implica un debilitamiento del peso con respecto al dólar durante el periodo de estudio. Los rendimientos para la sandía de los Estados Unidos se incrementaron a tasas anuales de entre 2 y 3% mientras que para la sandía mexicana los rendimientos fueron proyectados a tasas de crecimiento de 1,5%. En el caso de los países Centroamericanos los incrementos en rendimientos tanto en melón cantaloupe como honeydew se proyectaron a tasas de 1,85% anual, mientras que los rendimientos de melón cantaloupe en México se proyectaron a tasas de 0,92%. Por otro lado, las proyecciones de la línea base asumen que la eliminación de los aranceles aplicados al melón y sandía mexicanos acordadas en el TLCAN continuará sin interrupción y serán totalmente eliminadas para el año 2004.

Proyecciones de la línea base

Las proyecciones de la línea base indican que el consumo de melón cantaloupe y honeydew en Estados Unidos continuará incrementándose durante el período 1996-2004, mientras que el consumo de sandía disminuirá. La disminución en el consumo de sandía refuerza la tendencia decreciente observada en los últimos años y parece ser el resultado de una relativamente baja elasticidad ingreso. Las proyecciones de importaciones estadounidenses de melón honeydew y cantaloupe indican que se incrementaran 16 y 5% respectivamente para el periodo 1996-2004, mientras que las importaciones de sandía disminuirán. La disminución en las importaciones de sandía se debe al incremento en la participación de los productores estadounidenses combinado con una modesta disminución en el consumo *per cápita* (ESPINOZA, 1998).

Los pronósticos de la línea base (1996-2000) indican que México abastecerá una porción decreciente del mercado invernal de melón y sandía de los Estados Unidos, continuando así las tendencias históricas (cuadro 1). En cuanto al melón cantaloupe, los pronósticos indican que la participación de México en las importaciones de Estados Unidos disminuirá del 36 al 16%, mientras que los países Centroamericanos incremen-

Cuadro 1
Proyecciones de la línea base sobre la participación de México y Centroamérica en las importaciones de melón y sandía de los Estados Unidos (1996-2004)
Table 1
Projected baseline estimates of market share of Mexico and Central America countries in U.S.A. melon imports (1996-2004)

Año	Importaciones provenientes de México (1000 lbs.)	Participación (%)	Importaciones provenientes de Centroamérica (1000 lbs.)	Participación (%)
		Melón Cantaloupe		
1996	256.993	36.0	456.061	63.9
2000	198.738	25.3	587.681	74.7
2004	133.737	16.2	691.674	83.8
		Melón Honeydew		
1996	119.398	40.3	166.478	56.2
2000	109.544	36.2	182.569	60.3
2004	103.746	33.5	195.214	63.1
		Sandía		
1996	214.069	30.5	457.676	65.2
2000	145.474	21.6	496.037	73.6
2004	80.799	12.6	524.946	81.6

tarán su participación del 64 al 84%. De igual manera, para el caso del melón honeydew, se proyecta que los países Centroamericanos incrementarán su participación en el mercado invernal de los Estados Unidos del 56 al 63% para el período 1996-2004. Para el mismo período, la participación de México se reducirá del 40 al 33%. En el caso de la sandía, como ya se comentó, la competencia en el mercado invernal de los Estados Unidos se da entre México y los productores locales y basados en los pronósticos de la línea base, la participación de México continuará disminuyendo. Específicamente, la participación de México se reducirá del 30 al 13% para el período pronosticado (1996-2004), mientras que los productores de Estados Unidos aumentarán su participación del 65 al 82%.

Resultados del Análisis de Simulación

Para determinar los efectos de variables exógenas específicas sobre la competitividad de México en el mercado invernal de melón y sandía de los Estados Unidos, los resultados de la línea base, para las variables endógenas, fueron contrastados con las proyecciones del modelo al hacer cambios en ciertas variables exógenas que se espera tengan efectos importantes en la competiti-

vidad de México. El análisis se realizó haciendo cambios en las siguientes variables. 1) cambios en la paridad real (peso/dólar), 2) eliminación de los aranceles aplicados al melón y sandía mexicanos de acuerdo a lo negociado en el TLCAN, 3) acelerado crecimiento del ingreso *per cápita* en México, 4) aumento en los rendimientos de melón y sandía mexicanos y 5) aumento en los salarios rurales en México. El efecto de la paridad peso/dólar se evaluó asumiendo que la paridad real se mantuvo fija (sin devaluación) durante el período 1996-2004 a los niveles de 1993, y contrastando los resultados con las proyecciones obtenidas al incluir la gran devaluación de 1994/95[1]. Los resultados muestran, como se esperaba, que la devaluación tuvo un importante efecto, de corto plazo, favoreciendo las exportaciones mexicanas a los Estados Unidos (cuadro 2). Los resultados indican que las exportaciones de México a los Estados Unidos de sandía, melón honeydew y melón cantaloupe aumentaron 36, 18 y 4%, con respecto a la línea base, como resultado de la devaluación de 1994/95. Sin embargo, para el año 2004 el efecto es modesto; esto era esperado debido al comparativamente rápido crecimiento de los precios en México con respecto a los de Estados Unidos en el período proyectado.

Para evaluar el efecto de la reducción y eventual eliminación de los aranceles durante el período invernal sobre las exportaciones mexicanas de melón honeydew y sandía se contrastaron las proyecciones de exportaciones con y sin eliminación de tarifas. Como se esperaba, la mayor influencia de la eliminación de las tarifas ocurre en el año 2004, cuando los aranceles son totalmente eliminados (cuadro 2). En el caso de la sandía, para el año 2004, se proyecta un incremento del 17% en las exportaciones mexicanas por arriba de la línea base, mientras que en el caso del melón honeydew el incremento será de 1%.

El comparativamente bajo costo de los salarios agrícolas en México es considerado frecuentemente como un factor favorable en la competitividad internacional de frutas y hortalizas. Para evaluar este factor, los resultados de la línea base se comparan con los resultados de la simulación asumiendo que los salarios reales en México crecen a una tasa anual del 3% en lugar del crecimiento histórico del 1,5%. Los resultados sugieren que el acelerado crecimiento en los salarios reales tiene un efecto importante en el largo plazo (cuadro 2). Manteniendo todo lo demás constante, excepto salarios agrícolas, para el año 2004 las exportaciones Mexicanas de sandía, cantaloupe, y honeydew decrecerían 32, 15, y 7%, respectivamente, con respecto a la línea base.

La línea base asumió que el crecimiento del ingreso *per cápita* en México crecería a una tasa anual del 2%. Sin embargo, muchos creen que el crecimiento del ingreso será mayor que el supuesto en la línea base. El aumento en el ingreso *per cápita* podría reducir las exportaciones debido al incremento en la demanda doméstica. Para medir el efecto de esta variable las estimaciones de la línea base, que asumieron un crecimiento constante para el período del 2% anual, fueron contrastadas con las estimaciones que asumen que el ingreso real *per cápita* se incrementará de 2,3 a 4,9%

1. A principios de Diciembre de 1994 el tipo de cambio era de 3,3 pesos/dólar (antes de la de devaluación). A finales de Diciembre de ese mismo año y continuando durante 1995 el tipo de cambio sufrió una fuerte devaluación situándose en pocos meses en un valor de 6.5 pesos/dólar, una devaluación del 100%.

Cuadro 2
Efecto de cambios en variables exógenas específicas sobre las importaciones estadounidenses procedentrse de México: cambio porcentual con respecto a la línea base, 1996, 2000 y 2004*
Table 2
*Effects of major exogenous forces on U.S.A. melos imports from Mexico: percent change from baseline, 1996, 2000 y 2004**

Año	TLCAN	Devaluación del Peso	Acelerado crecimiento en Rendimientos en México	Acelerado crecimiento en El ingreso en México	Acelerado crecimiento en Salarios Agrícolas
			Melón Cantaloupe		
1996	NA	3,9 (%)	22,0 (%)	-1,0 (%)	-0,3 (%)
2000	NA	3,1 (%)	40,6 (%)	-12,4 (%)	-3,9 (%)
2004	NA	2,0 (%)	79,2 (%)	-60,2 (%)	-14,8 (%)
			Melón Honeydew		
1996	0,2 (%)	17,7 (%)	NA	NA	-0,3 (%)
2000	0,8 (%)	9,7 (%)	NA	NA	-2,7 (%)
2004	0,9 (%)	4,7 (%)	NA	NA	-7,4 (%)
			Sandía		
1996	2,1 (%)	36,0 (%)	8,7 (%)	-1,1 (%)	-0,5 (%)
2000	6,4 (%)	32,9 (%)	38,0 (%)	-16,0 (%)	-7,2 (%)
2004	17,5 (%)	23,5 (%)	119,5 (%)	-92,4 (%)	-32,4 (%)

(*) En el caso del melón cantaloupe no hay efecto del TLC ya que los aranceles eran cero antes de la entrada en vigor del TLC. En el caso del melón honeydew no se contó con información suficiente para estimar funciones de oferta y demanda por lo que no se evaluaron los efectos de rendimientos e ingreso. Estos casos se representan en la tabla con las siglas NA indicando que el caso no aplica.

anual para el período 1996-2004 (cuadro 2). Los resultados muestran que el rápido crecimiento económico tiene un efecto importante en las exportaciones de melón y sandía de México. Para el año 2004, de darse este crecimiento, las exportaciones mexicanas de melón cantaloupe y sandía declinarían, con respecto a la línea base, en 60 y 92%, respectivamente.

Finalmente, el análisis se enfocó al análisis del efecto de los rendimientos en México (medidos en ton/ha) sobre la competitividad del país. Los rendimientos de melón y sandía en la línea base se proyectaron a tasas de crecimiento siguiendo su comportamiento histórico: 0,9 y 1,5%, respectivamente. Para evaluar su efecto los rendimientos de melón y sandía fueron proyectados a tasas de crecimiento de 1,8 y 3%, las cuales son equivalentes a las de sus competidores. Los resultados indican que estas variables tienen efectos muy importantes en la competitivi-

dad a través del tiempo (cuadro 2). En el corto plazo, las exportaciones mexicanas de cantaloupe y sandía se incrementan 22 y 9%, respectivamente, mientras que para el año 2004 las exportaciones se incrementarían en 79 y 119%, respectivamente.

Conclusiones

El objetivo de este estudio fue identificar y medir el efecto de variables exógenas específicas sobre la habilidad de México para competir en los mercados de melón y sandía de los Estados Unidos durante las estaciones de invierno y primavera temprana. Se especificó y estimó un modelo econométrico que incluyó variables importantes de los mercados de melón cantaloupe, melón honeydew y sandía de México, Estados Unidos y países Centroamericanos. El modelo fue validado usando simulación histórica (dentro del período muestral) y posteriormente usado para hacer proyecciones para el período 1996-2004. Las proyecciones de la línea base se facilitaron por la existencia de proyecciones previas de muchas de las variables exógenas, y el uso de tendencias en los rendimientos. Las proyecciones indican que las importaciones estadounidenses de melón cantaloupe y honeydew se incrementarán en aproximadamente 16 y 5%, respectivamente, para el año 2004, mientras que las de sandía disminuirán ligeramente. Las proyecciones también indican que la participación de los países Centroamericanos en el mercado invernal de cantaloupe y honeydew de los Estados Unidos continuará incrementándose a expensas de México. De igual manera, México continuará perdiendo participación en el mercado de la sandía estadounidense al incrementar su participación los productores locales, continuando así las tendencias históricas.

Se estimó el efecto de variables exógenas seleccionadas en la capacidad de México para exportar melón y sandía al mercado invernal de los Estados Unidos. Esto se llevó a cabo contrastando los valores anuales de la línea base hasta el año 2004 con las proyecciones del modelo que incorporan cambios en la variables tipo de cambio real peso/dólar, aranceles, crecimiento del ingreso *per cápita* en México, salario agrícolas y rendimientos de melón y sandía. Los resultados indican que la devaluación del peso y los incrementos en los rendimientos tienen un efecto favorable, de corto plazo, en la posibilidad de México para exportar a los Estados Unidos. En promedio, el crecimiento en los rendimientos fue aproximadamente 75% tan efectivo como la devaluación de 1994/95 para incrementar las exportaciones a Estados Unidos. En el largo plazo, el crecimiento en los rendimientos, eliminación de aranceles, aumento en el ingreso *per cápita* y salarios agrícolas en México tuvieron efectos importantes en su habilidad para exportar. Claramente, el acelerado incremento en los rendimientos tiene el efecto positivo más importante en la habilidad de México para exportar hacia los Estados Unidos. Finalmente, los resultados muestran que el crecimiento económico en México (aumento en el ingreso *per cápita* y salarios de los trabajadores agrícolas) reducirá sustancialmente las exportaciones Mexicanas a los Estados Unidos.

En resumen, el análisis muestra que la adopción de tecnologías que mejoren los rendimientos es un factor crítico para las naciones en desarrollo que desean competir en los mercados internacionales. Las tendencias actuales hacia una mayor liberalización de los mercados favorecerán las oportunidades de exportación, sin embargo, es importante tomar en cuenta los rendimientos y su impacto en la reducción de costos de producción.

Bibliografía

BROWN R.N., SUAREZ N.R., 1991. U.S. Markets for Caribbean Basin Fruits and Vegetables: Selected Characteristics for 17 Fresh and Frozen Imports, 1975-87. USDA- ERS. Statistical Bulletin Number 821. Washington DC.

BUXTON B. M., 1992. "Supply Response to Price Changes for Selected Vegetables", pp. 19-22. Vegetables and Specialties. USDA. ERS. TVS #261. Washington, DC.

CHAMBERS R.G., JUST R.E., 1979. "A Critique of Exchange Rate Treatment in Agricultural Trade Models." Amer. J. Agr. Econ. 61:249-57.

COOK R., 1992. "From Competition to Coordination in Vegetable Trade: The Case of Mexico and California", pp. 129-147. En: Lopez, R.C., y Polopolus, L. (Ed.). Vegetable Markets in the Western Hemisphere. 257 pp. Iowa State University Press, Ames, Iowa.

COOK R.L., BENITO C., MATSON J., RUNSTEN D., SHWEDEL K., TAYLOR T., 1991. "Implications of the North American Free Trade Agreement (Nafta) for the U.S. Horticultural Sector". Nafta, Effects on Agriculture Vol. IV. Fruit and Vegetable Issues. USDA, Washington, DC.

ESPINOZA J.J., 1998. Mexico-U.S. Melon Trade: An Analysis of Economic Forces and Government Policies. Tesis Doctoral, 188 pp. Texas A&M University, College Station, Texas.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, FAO, 1970-1994. Production Yearbook. Rome. Various Issues.

FOOD AND AGRICULTURAL POLICY RESEARCH INSTITUTE (FAPRI), 1995. Fapri Preliminary Baseline. Iowa State University y University of Missouri-Columbia.

FULLER S., HALL C., 1991. The U.S.- Mexico Free Trade Agreement: Issues and Implications for the U.S. and Texas Fresh Vegetable/Melon Industry. Texas Agricultural Market Research Center. Texas A&M University. Research Report No. IM-2-91.

HAMMIG S.R., MITTELHAMMER R.C., 1982. "An Evaluation of Import Tariff in the Canada-US Fresh Tomato Market". Canadian Journal of Agricultural Economics, 30:133-52.

PINDYCK R.S., RUBINFELD D.L., 1991. Econometric Models and Economic Forecast. Third Edition, 587 pp. McGraw Hill Inc. New York, NY.

SCHULTHIES B.K., WILLIAMS G.W., 1992. U.S.-Mexico Agricultural Trade & Mexican Agriculture: Linkages and Prospects under a FTA. Texas Agricultural Market Research Center Report No. IM 6-92, Department of Agricultural Economics, Texas A&M University.

SCHUH G., 1987. "Monetary Disturbances in a Changed International Economy: The Case of Mexico's Agriculture and Mexican-U.S. Trade". En B. Johnston, C. Luiselli, C. Contreras, and R. Norton (Ed.), Agriculture and Rural Development. Stanford University Press, Stanford, California.

SIMMONS R.L., POMAREDA C., 1975. "Equilibrium Quantity and Timing of Mexican Vegetable Exports", American Journal Agricultural Economics, 57:472-479.

SUITS D., 1955. "An Econometric Model of the Watermelon Market". Journal of Farm Economics, 37:237-251.

TAYLOR T., WILKOSKE G., 1994 "Productivity Growth in the Florida Fresh Winter Vegetable Industry". Southern Journal of Agricultural Economics, 16,2:55-61.

ZABIN C., 1997. "U.S.-Mexico Economic Integration: Labor Relations and the Organization of Work in California and Baja California Agriculture". Economic Geography, 73,3:337-354.

(Aceptado para publicación el 18 de septiembre de 2000)

ITEA (2000). Vol. 96V N.° 3, 185-206

IMPACTO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTAL DEL MONOCULTIVO DEL ALGODÓN. UN ENFOQUE INTEGRAL PARA UN ESTUDIO DE CASO (CHACO)

S.C. Calvo*[,1], G. Bergamín*, C.F. Lara, P. Sander****

* Investigadores del Departamento de Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

** Técnicos de la Municipalidad de J.J. Castelli, Departamento General Güemes, Provincia del Chaco, Argentina

RESUMEN

Tradicionalmente, la provincia del Chaco ha sido la principal productora de algodón a nivel nacional. La intensificación del algodón en el área dedicada a la agricultura como así también el aumento de la superficie sembrada con algodón en áreas dedicadas a la ganadería o a bosques nativos han agudizado la dependencia de los productores en relación a este cultivo. Esta dependencia y las oscilaciones de los precios internacionales del algodón generan crisis continuas en el sector productivo y en la provincia. La finalidad de este trabajo es examinar las causas por las cuales los productores agropecuarios no diversifican el actual sistema productivo y evaluar de manera simplificada los impactos socio-económico-ambientales que genera el algodón como monocultivo.

El examen de los factores de impacto socioeconómico se efectuó a nivel "macro" (provincial y departamental) aplicando el esquema de M. Porter (1993). A nivel "micro" se analizó un estudio de caso correspondiente a un productor algodonero de la provincia del Chaco. La evaluación simplificada del impacto ambiental se desarrolló en base a las opiniones de los técnicos de la región aplicando la técnica Delphi.

Entre los resultados se citan: la plasticidad del algodón, el precio, la cosecha mecánica y el nivel de endeudamiento como los principales factores que han estimulado la expansión del algodón. Entre los impactos ambientales el más evidente es el que se produce en los suelos estrechamente relacionado con el exceso de labores y el tipo de labranza.

Palabras claves: Algodón, Monocultivo, Argentina, Impactos, Socioeconómicos-ambientales.

SUMMARY

SOCIOECONOMIC AND ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE MONOCULTURE OF COTTON. A WHOLE APPROACH FOR A STUDY OF A CASE (CHACO, ARGENTINA)

Traditionally, the province of El Chaco in Argentina has been the main producer of cotton around the country. The intensification of cotton in the area devoted to agri-

1. E-mail: scalvo@agro.uncor.edu

culture as well as an increase in the sown land with cotton in areas devoted to cattle or woods have sharpened the dependence of producers in relation to this cultivation. This dependence and the oscillation of cotton international prices produce continous crisis in the productive sector and in the province too. The objective of this research work is to examine the reasons producers have not to diversify the actual productive system and to evaluate in a simplified way the socioeconomic and environmental impacts that are generated by cotton as monoculture.

The analysis of the factors of socioeconomic impact has been done in a "macro" level (provincial and departmental) and the outline of Porter (1993) has been applied. As regards the "micro" level a study of a case corresponding to a cotton producer of the province of "El Chaco" was analyzed. The simplified evaluation of the environmental impact was developed taking into account the actors'opinions and applying the Delphi technique.

Among the results we can mention: the cotton plasticity, the price, the mechanic harvest and the debt level as the main causes thet encouraged the cotton expansion. Among the environmental impacts, the most evident is the one that is produced in the soils closely related to an excess of labor and the kind of plowing.

Key words: Cotton, Monoculture, Argentine, Impacts, Socioeconomic, Enviromental.

Introducción

Tradicionalmente, la provincia del Chaco ha sido la principal productora de algodón a nivel nacional. Así, en esta provincia argentina se considera al algodón como un monocultivo lo cual trasmite la idea de un "cultivo único predominante en una región". En los últimos diez años, este cultivo nunca ocupó menos del 45% del total de la superficie sembrada provincial alcanzando el 70% del total sembrado en el Chaco en las campañas 96/97 y 97/98.

La intensificación del algodón en el área dedicada a la agricultura como así también el aumento de la superficie sembrada con algodón en áreas anteriormente dedicadas a la ganadería o a bosques nativos han agudizado la dependencia de los productores en relación a este cultivo. Las oscilaciones de los precios internacionales del algodón generan crisis continuas tanto en el sector productivo como en la provincia lo que a su turno actualiza la discusión sobre el rol del Estado en el desarrollo de las economías regionales.

Lo anterior impulsó la realización de un estudio cuyo objetivo fundamental *es examinar las causas por las cuales los productores agropecuarios continúan sembrando algodón sin diversificar el actual sistema productivo.* La región seleccionada para estudiar dichos impactos resulta la zona de influencia de la localidad de J.J. Castelli, departamento General Güemes, provincia del Chaco (Argentina).

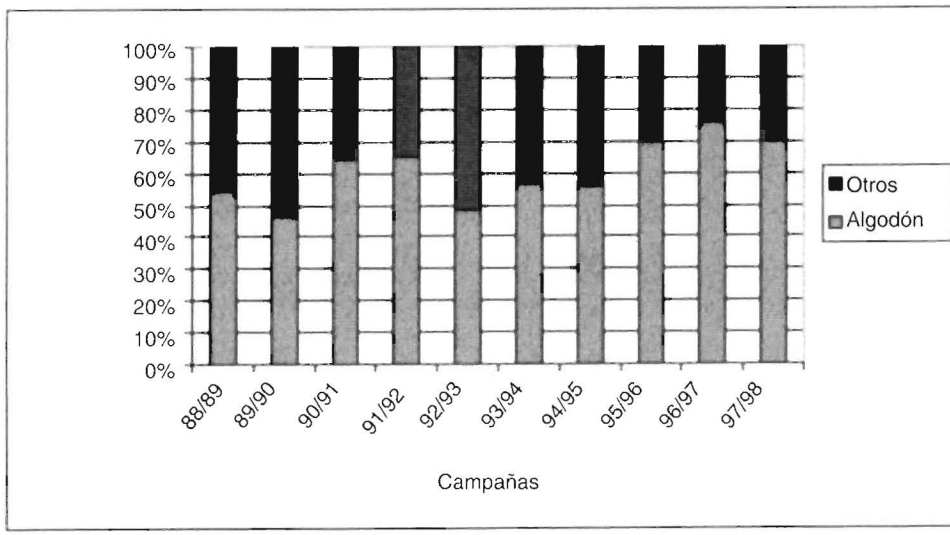
Un segundo objetivo de este trabajo fue *evaluar de manera simplificada los impactos socio-económico-ambientales* que genera el algodón por ser un monocultivo y establecer una metodología que resulte un modelo factible a seguir para otros sistemas de producción.

Problemática

La superficie sembrada a nivel nacional ha crecido a una tasa del 7% anual acumulativo para el periodo 1990/91-1997/98 alcanzando la cifra de 1.132.000 hectáreas (97/98). En la provincia del Chaco se visualiza la misma tendencia: la tasa de crecimiento acumulada del área sembrada ha sido del 6% anual para el periodo 90/91-97/98 alcanzando las 650.000 hectáreas (97/98) cifra que representa el 57% de la superficie nacional. La importancia del área sembrada con algodón en la provincia del Chaco en relación a los totales del país[2] determina que la tendencia a nivel nacional responda a las variaciones de la provincia citada (figura 1).

En el caso del Departamento General Güemes la participación relativa del algodón es más marcada. Tal como se visualiza en la figura 2, la participación del algodón en el total sembrado del Departamento alcanza porcentajes superiores al 90%.

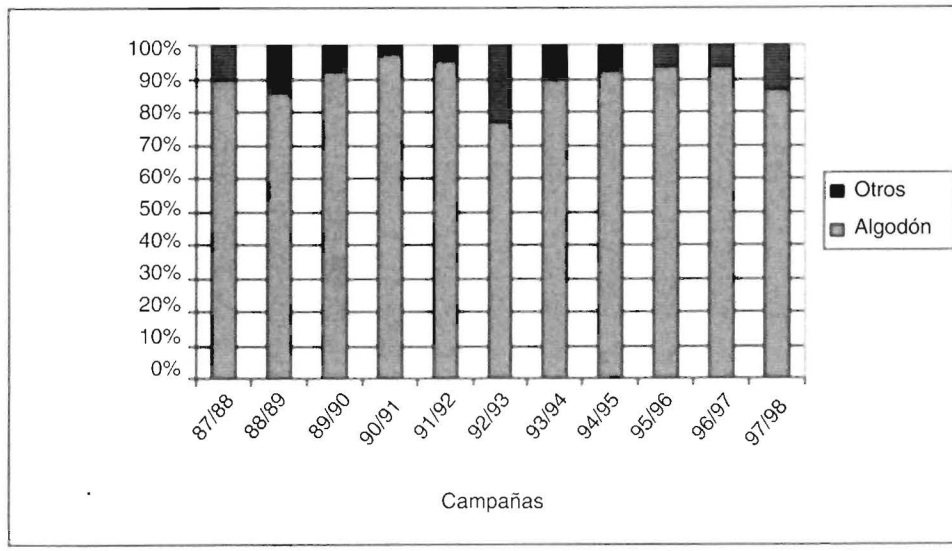
En el Departamento General Güemes, es relevante indicar que la superficie sembrada con algodón alcanza las 37 mil hectáreas mientras que el maíz alcanza las 5 mil hectáreas promedio para el periodo 1995/96-1997/98. Otros cultivos como, la soja y el girasol son considerados cultivos de alto



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de la Producción del Chaco.
Source: Own elaboration from the Ministerio de la Producción del Chaco data base.

Figura 1. Algodón. Área sembrada. Chaco. Participación (%) del algodón y de otros cultivos (sorgo, girasol, trigo, soja, maíz). 1988/89-1997/98.
Figure 1. Chaco. Sown area. Cotton and others crops (sorghum, soybeans, sunflower, wheat, corn). As percent of total sown area. 1988/89-1997/98.

2. La "brecha" que se produce entre la superficie sembrada a nivel nacional y la provincia del Chaco se debe a la superficie sembrada destinada al algodón por parte de otras provincias (Formosa, Santa Fe y Santiago del Estero).



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de la Producción del Chaco.
Source: Own elaboration from the Ministerio de la Producción del Chaco data base.

Figura 2. Algodón. Área sembrada. Departamento General Güemes . Participación del algodón y de otros cultivos (girasol, trigo, sorgo, soja, maíz). 1987/88-1997/98.
Figure 2. Departamento General Güemes. Sown area. Cotton and others crops (sorghum, soybeans, sunflower, wheat, corn). As percent of total sown area. 1987/88-1997/98.

riesgo ya que en el periodo de siembra las lluvias son escasas.

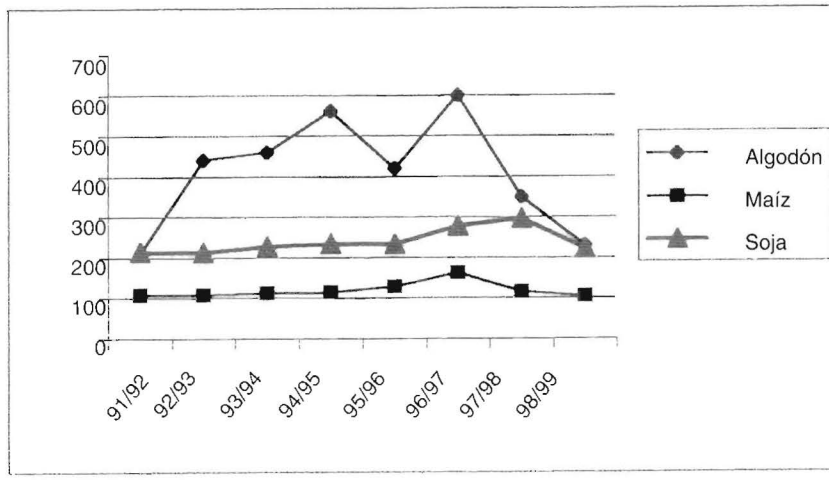
Si se examinan la evolución de los precios de algodón, soja y maíz (figura 3) se pueden distinguir tres elementos: a) las fuertes oscilaciones del precio del algodón en la década del 90; b) la relación existente entre precio del algodón y área sembrada, especialmente entre el precio de la campaña anterior y la superficie sembrada del periodo (figuras 1 y 2); c) el precio superior del algodón en relación a los cultivos sustitutos, fundamentalmente en relación al maíz.

Metodología

El examen de los factores del impacto socioeconómico-ambiental del monocultivo del algodón se efectuó en dos niveles: "macro" o "a nivel provincial y departamental"[3] y "micro". Se entiende por "macro" al examen de las variables a nivel provincial (Chaco) y del Departamento (Departamento General Güemes) y por "micro" al análisis efectuado en un caso especial.

La información empleada proviene tanto de fuentes primarias como secundarias. Las

3. La división política de Argentina se basa en veintitrés provincias, cada una de las cuales se divide a su vez en departamentos.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de la Producción del Chaco.
Source: Own elaboration from the Ministerio de la Producción del Chaco data base.

Figura 3. Precios de algodón, maíz y soja (u$s/ton). Periodo 1991/92-1998/99.
Figure 3. Price of cotton, corn and soybeans (u$s/ton). 1991/92-1998/99.

fuentes primarias consultadas fueron expertos claves de la localidad de J.J. Castelli. Para recabar la información de los mismos se utilizaron dos instrumentos: la entrevista y la encuesta. En cuanto a las fuentes secundarias, las mismas son oficiales (nacionales, provinciales, departamentales) y privadas (acopiadores, cooperativas).

Examen de los factores socio-económicos

Esquema o marco de referencia de Porter. Características principales

Para el examen "macro" o a "nivel provincial y departamental" se aplicó el esquema de M. PORTER (1993) el cual permite seleccionar, categorizar y relacionar las variables relevantes permitiendo de esta manera una explicación, en este caso particular, de las causas y consecuencias del monocultivo del algodón. Este esquema ha sido aplicado para examinar la competitividad de diversas agroindustrias en Argentina como por ejemplo, la de carne vacuna (CALVO *et al.*, 1998) y especialmente las fruti-hortícolas (CALVO, 1997; GENNARI *et al.*, 1996; GHEZAN *et al.*, 1996; GHEZAN *et al.*, 1994).

El marco, esquema, "losange o diamante" destaca cuatro parámetros fundamentales que determinan la configuración del contexto competitivo para las empresas que desarrollan una determinada actividad en un país: el estado de los factores, el estado de la demanda, las actividades ligadas y de sostén y la estrategia de las empresas, su estructura y su rivalidad. De igual forma, Porter introduce dos variables cuya influencia considera importante: el Estado y el

azar. El marco o esquema presentado por Porter se presenta en la figura 4.

El estado de los factores: PORTER hace referencia a la dotación de factores de la producción clasificando los mismos en cinco categorías:

• *Recursos humanos:* aquí, se debe considerar la presencia de mano de obra –calificada y no calificada–, los gastos consagrados a la enseñanza técnica y profesional, la creación de factores especializados en el campo de los recursos humanos, la cooperación de las empresas con los establecimientos de enseñanza con el objetivo de lograr una formación permanente y mejorar las relaciones en el medio de trabajo.

• *Recursos físicos:* abundancia, calidad, disponibilidad y costo de los recursos naturales. Asimismo, se incluyen las condiciones climáticas y la ubicación de la región o país.

• *Recursos en ciencia y tecnología:* se hace referencia a los gastos en investigación y desarrollo realizados tanto por el Estado como por el sector privado, a la creación y adopción de nuevas tecnologías y a las conexiones entre la industria, las universidades y los centros de investigación oficiales.

• *Recursos en capital:* volumen y costo de los capitales para el financiamiento de las empresas.

• *Infraestructura:* infraestructura física de base, es decir transporte y comunicación, como así también aquellos elementos que determinan la calidad de vida.

Asimismo, los factores se pueden clasificar[4] en: *elementales o complejos* y, en *especializados o no especializados*. Los factores *elementales* son aquellos que un país posee, por ejemplo los recursos naturales, el clima, y/o aquellos que ha creado gracias a

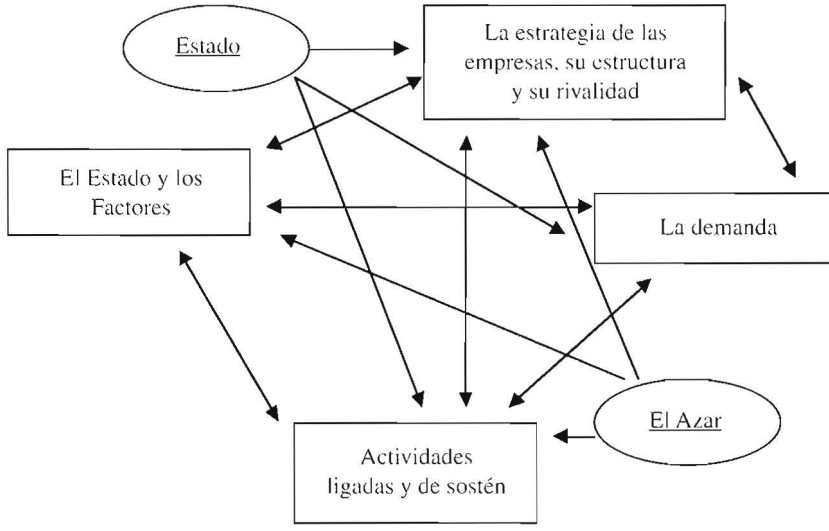


Figura 4. Esquema de Porter (1993).

4. Porter, Michael (1993), pp. 85-87.

pequeñas inversiones –mano de obra no calificada o semi calificada, financiamiento a largo o mediano plazo–, mientras que los factores *complejos* fueron adquiridos al realizar inversiones continuas e importantes en capital tanto humano como físico (infraestructura moderna en comunicación y transporte, personal altamente calificado y centros de excelencia en investigación universitaria en todas las disciplinas). La otra categoría de factores, según el empleo, son los *no especializados* que son aquellos que pueden ser empleados en toda una gama de industrias. Se pueden citar, las redes de comunicación, los mercados financieros o los diplomados de colegios de nivel secundario.

En cuanto a los factores *especializados* son aquellos que importan a una industria en particular o a un conjunto limitado de industrias.

El estado de la demanda: al examinar la demanda se deben tener en cuenta: la composición de la demanda interna, es decir la naturaleza de las necesidades de los consumidores, el volumen y el tipo de crecimiento y los mecanismos por los cuales las preferencias domésticas son transferidas a los mercados externos. Además, en la composición de la demanda se deben considerar los consumidores exigentes y si existe una segmentación de mercados en relación a los productos y a los servicios de las empresas locales. Es necesario destacar que la ausencia de una demanda exigente, por ejemplo consumidores que no reclaman la innovación en los productos o que son reticentes a quejarse en los organismos de defensa de los consumidores desestimulan la innovación en las empresas.

Las actividades ligadas y de sostén: el análisis de este parámetro permite determinar la presencia o ausencia en la región o país de empresas conexas, que intervienen en diversas etapas –desarrollo de tecnología, producción, distribución, marketing y servicios post-venta–. Asimismo, muestra el interés de las empresas ligadas en el desarollo de un sector o actividad determinada.

La estrategia de las empresas, su estructura y su rivalidad: aquí, se hace referencia a los factores que influyen en el modo de creación, la organización y la gestión de las empresas, y a la naturaleza de la rivalidad entre ellas.

Referente a la estrategia, ésta depende de los objetivos de la empresa pero también de los objetivos de los individuos que la componen. La estrategia basada en los costos tiene como eje fundamental a la integración vertical y a la diversificación en actividades no relacionadas con el producto principal. Contrariamente, la estrategia basada en la diversificación del producto tiene como fundamentos a la expansión del capital humano y de la infraestructura física, al desarrollo tecnológico y su aplicación y a la receptividad tanto de los mercados consumidores como al de los intermediarios.

El Estado: por el rol del Estado, se entiende la política pública implementada y su incidencia en los cuatro determinantes del marco de referencia. Así, el Estado interviene en la creación de factores, en el estado de la demanda –por ejemplo, a partir de las compras del sector público o estableciendo normas que toman en cuenta las tendencias internacionales–, en las actividades ligadas y de sostén y en los objetivos y estrategias de los individuos y empresas, generando un contexto que atenúa o intensifica la rivalidad de las empresas.

El azar: son los eventos independientes de la voluntad del gobierno de un país. Se pueden citar, los grandes descubrimientos

científicos, las innovaciones tecnológicas, los cambios a nivel de precios de insumos estratégicos –por ejemplo, el precio del petróleo–, la evolución de los mercados financieros y de los tipos de cambio a nivel mundial, las guerras, etc.

Estudio de caso: un examen micro

El examen "micro" resulta de una descripción de un *estudio de caso* seleccionado por los técnicos de la localidad de J.J. Castelli (Departamento General Güemes), entre otras razones por la disponibilidad de información sobre el mismo. El caso corresponde a un productor, de la colonia La Florida (zona perteneciente a la localidad de Castelli) que pertenece al estrato más significativo en cuanto al número de hectáreas dedicadas al algodón (entre 50-100 has) y que ocupan el mayor porcentaje de superficie dedicada a agricultura del Departamento General Güemes (estratificación efectuada por el Ministerio de la Producción del Chaco, 1996).

Examen de factores de impacto ambiental

Para evaluar el impacto ambiental de los sistemas productivos en la zona seleccionada para este trabajo se implementó un diagnóstico rápido en base a las opiniones de los actores (productor y expertos) adaptando la técnica Delphi (ALIER GÁNDARA, 1997). En dicho diagnóstico los actores debían efectuar tanto una valoración cuantitativa de los impactos en forma númerica sencilla, sin ponderación como una valoración cualitativa. El instrumento utilizado para efectuar las valoraciones fue una encuesta donde los expertos (cinco) debían evaluar el efecto de los distintos factores (salinidad, exceso de labores, etc) y las respectivas causas. Asimismo, al final de la encuesta se incluyó una pregunta abierta referida a las razones por las cuales los productores no diversifican su actual sistema productivo.

La técnica Delphi se basa en la consulta a paneles de expertos los cuales deben ponderar –en orden de importancia– los distintos factores impactados por una actividad determinada, en este caso el monocultivo del algodón. El procedimiento es el siguiente: a) se seleccionan a expertos por su formación específica, por su conocimiento del caso en estudio y por pertenecer a la región; b) se ponderan los impactos a través de una encuesta; c) se analizan los resultados. En caso de homogeneidad en los valores se prosigue con el punto d). En caso de fuerte heterogeneidad se deberá repetir la consulta previo conocimiento por cada panelista de los resultados obtenidos; d) con los resultados se construye una grilla la cual refleja los distintos valores de ponderación para los parámetros ambientales contemplados; e) se suman los valores ponderados de impacto de cada factor tipo lo cual permite identificar las acciones muy agresivas (altos valores negativos), las poco agresivas (bajos valores negativos) y las beneficiosas (valores positivos).

Resultados

En primer lugar se exponen los resultados más relevantes del examen "macro" aplicando el esquema de PORTER. En segundo lugar, se explicitan los resultados que surgen del estudio de caso ("micro"). Por último, se presenta la opinión del panel de

expertos en relación a los impactos ambientales del monocultivo de algodón; estos impactos fueron evaluados por los expertos tanto para la localidad de J.J. Castelli (Departamento General Güemes) como para el estudio de caso seleccionado.

A nivel de la provincia y departamento ("macro")

El esquema de Porter (1993) permitió categorizar las causas de la intensificación y expansión del cultivo del algodón. Debido a la extensión de la descripción se citan entre otras, las siguientes causas:

• El clima es uno de los principales determinantes ecológicos para la localización geográfica del algodón. Además, las características propias del cultivo del algodón: su adaptación a diferentes tipos de suelo, su resistencia a períodos de sequía, la seguridad de cosecha y el elevado nivel de ingresos por hectárea determinan que sea preferido a otros cultivos.

En relación a la resistencia a periodos de sequía y considerando la zona de influencia de la localidad de J.J. Castelli, la poca humedad en agosto-septiembre (figura 5) determina por ejemplo, que la soja y el girasol sean cultivos riesgosos mientras que el algodón resiste la escasa humedad.

En cuanto a la ganadería la baja receptividad de los campos y los precios deprimidos determinan que esta actividad sea poco rentable comparada con la actividad agrícola (PNUD, 1993).

• Por tanto, la sustitución del algodón por otros cultivos es posible cuando las condiciones climáticas lo permiten. En función de ésto el nivel de sustituibilidad depende de los precios relativos. Es importante destacar que los cultivos "alternativos" al algodón son los denominados cultivos "pampeanos" (trigo, sorgo, soja, girasol). Precisamente, estos cultivos desarrollados en el Chaco tienen desventajas tales como los menores rendimientos y la mayor distancia a los mercados.

• La estructura productiva (comercialización, financiamiento, asesoramiento, industria, suministro de semillas y agroquímicos, etc) está "construida" para el algodón.

• El algodón brinda a los pequeños productores: ocupación de la mano de obra familiar y dinero circulante que les permite trabajar el resto del año.

Asimismo existen razones de tipo *sociocultural:* "el que no hace algodón no es un productor...".

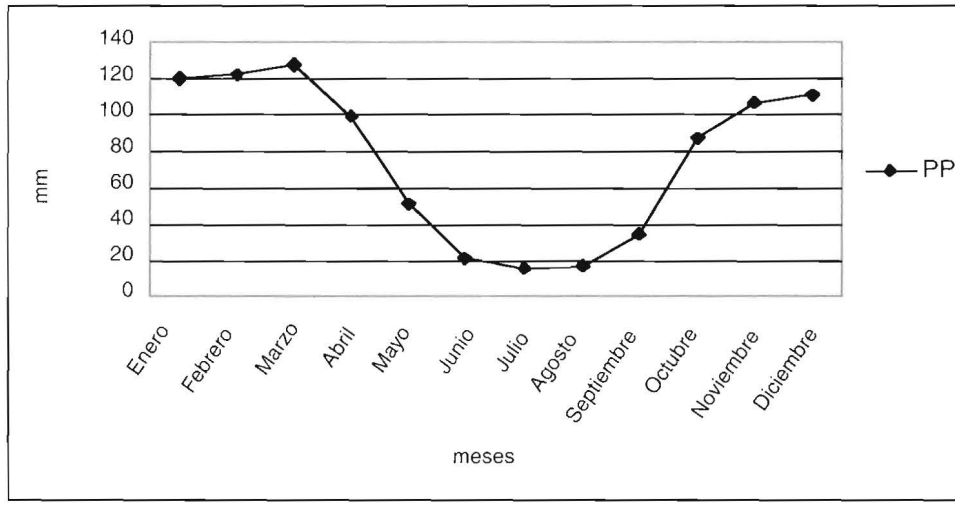
También entre los resultados se destacan determinados factores que han estimulado la expansión del monocultivo y por tanto han *incrementado la dependencia* de los productores en relación al algodón. Entre ellos se pueden citar: el precio del algodón, la cosecha mecánica, el nivel de endeudamiento y la política económica implementada desde 1991.

El elevado *precio* (figura 3) del algodón –especialmente desde 1991– incrementó el precio de la tierra y justificó económicamente el desmonte, desplazando la frontera agrícola. Como ejemplo, en 1994/95 la tierra libre de monte costaba más de 1.000u$s cuando antes del aumento del precio del algodón costaba entre 500-700u$s/hectárea.

En el departamento General Güemes y hasta el año 1994, la cosecha de algodón se efectuaba en un 90% en forma manual. A partir de los buenos precios del algodón comienzan las *cosechadoras mecánicas* y en la campaña 97/98 un 70% de la recolec-

ción es en forma mecánica. Una consecuencia directa de la introducción de la cosecha mecánica se efectuó el desplazamiento de la mano de obra[5], especialmente la no calificada. Precisamente, en este trabajo se estimó que la mano de obra desplazada en el Departamento General Güemes ha sido aproximadamente de 2.379[6] personas siendo importante resaltar que durante el periodo 1992/93-1996/97 se produce una sustitución de la superficie destinada a maíz manteniéndose la superficie agrícola en el Departamento.

Indirectamente, la disminución en el empleo de la mano de obra a causa de la mecanización de la cosecha ha producido una merma en los ingresos[7] percibidos en la región y por ende en el consumo de alimentos, entre ellos el de la carne lo que a su turno limita el desarrollo de la ganade-



Fuente: Agencia de Extensión Rural de Castelli, Chaco.
Source: Rural Extension Agency of Castelli (Chaco).

Figura 5. Precipitaciones en zona de influencia de la AER. J.J. Castelli (Chaco). Promedios mensuales. 1942-1998.
Figure 5. Rainfall in the Rural Extension Agency of Castelli (Chaco). Monthly average. 1942-1998.

5. De acuerdo a los especialistas, "los buenos precios del algodón produjeron una expansión del área sembrada lo que generó falta de mano de obra en el momento oportuno de la cosecha e impulsó la entrada de las cosechadoras a la región". *Nota de los autores:* Asimismo, se produjo desplazamiento de mano de obra en las zonas tradicionales algodoneras ante la introducción de la cosechadora.

6. La cuantificación de la mano de obra desplazada se efectuó considerando un coeficiente hombre/hectárea multiplicado por el número de hectáreas que actualmente se realizan de manera mecánica.

7. El cálculo es el siguiente: un cosechero puede recolectar 100 kg/día lo que significa un ingreso de $120/día (se le paga $12 cada 10 kg). Si se considera que las cosechadoras han desplazado cerca de 2.300 personas en el Departamento General Güemes, los ingresos por día "perdido" por este grupo de trabajadores resultan $276.000. Si a ese monto se le resta el 30% por descuentos por comida –ofrecidos por los productores- en la zona restan $193.000 de ingresos netos que se dejan de gastar en el Departamento.

ría, una de las alternativas productivas. Esto significa que ciertas tecnologías aplicadas a un sector, en este caso la cosecha mecánica en algodón desestimulan otras actividades que dependen del poder adquisitivo de la población.

La *deuda* que poseen los productores actúa como un "cuello de botella". Dado que la rentabilidad del algodón es superior a los cultivos alternativos, la manera de pagar las deudas es apostar nuevamente por el algodón lo que promueve la ampliación de la superficie destinada al cultivo del algodón. Como ejemplo, el endeudamiento total (productores y comerciantes) de la localidad de J.J. Castelli con el Banco Nación es de 16 millones de dólares (abril de 1999) siendo el endeudamiento de los productores casi el 70% del total de la deuda citada (Municipalidad de Castelli, 1999).

Un punto a destacar es que la mayor parte de la deuda de los productores agropecuarios[8] es con los Bancos estatales (nacionales y provinciales). Si a ésto se le agrega la importancia que tiene el sector algodonero para la economía provincial obligan al Estado (nacional y provincial) a no "ejecutar" las deudas de los productores y a constituirse a través de la banca oficial en el "prestamista" de primera instancia ante las diferentes situaciones de crisis que se presentan. En resumen, el Estado ha incrementado la dependencia de los productores hacia el algodón (créditos blandos y subsidios, a veces dentro de la declaración por parte de la provincia de zonas de emergencia y/o desastre por pérdida de la cosecha del algodón).

La *política económica,* fundamentalmente la implementación de una serie de medidas para estabilizar los precios (Plan de Convertibilidad, 1991) impactó en los ítems de los costos de producción de manera diferenciada. Mientras que los precios de algunos de los bienes transables disminuyeron, otros no transables como la mano de obra, el costo financiero, los niveles impositivos incrementaron su nivel en los últimos diez años. Asimismo, la capacidad de compra de los productores considerando como único ingreso al algodón (cuadro 1) también descendió. Esto a causa que el índice de precios al consumidor –canasta familiar– se incrementó más rápidamente que el precio de los productos que el productor comercializa en el mercado. De aquí, los ingresos reales disminuyen y para mantener un determinado "nivel de vida" los productores deben intensificar el cultivo del algodón.

Por último, la falta de alternativas en otros sectores de la economía –industria y servicios– agrava los problemas en la región cuando el sector algodonero entra en crisis y no permite a los agentes económicos "escapar" del algodón. Del examen del último Censo Nacional Económico (CNE, 1993) efectuado en Argentina surge que las unidades industriales pertenecientes al departamento General Güemes representan el 2,8% del total provincial mientras que los ocupados en el sector industrial participan en un 2,4% del total de los ocupados provinciales. En los servicios[10], las unidades censales como el número de ocupados del departamento General. Güemes participan del 2% de los respectivos totales provinciales. Si se suman el total de ocupados del sector industrial y de servicios y del comercio resultan unas 1.090 personas ocupadas en actividades "no rurales" en el departamento Güemes.

8. Los grandes productores poseen financiamiento de la banca privada y en algunos casos del exterior.

Cuadro 1
Capacidad de compra de los productores agropecuarios. Periodo 1990-1996
Table 1
Farmer's consumption power. 1990-1996

Años	Índice de precio al consumidor* (1)	Índice de precio promedio** algodón en bruto (1988=100) (2)	Capacidad de compra (1/2)	Precio constante algodón bruto
1990	67.599.7[9]	88.656.4	1,31	392,66
1991	185.164,7	177.833,9	0,96	374,44
1992	232.642,1	131.864,9	0,57	261,79
1993	256.819,6	205.198,68	0,80	400,95
1994	267.570,4	240.491,1	0,89	466,83
1995	280.558,1	267.324,2	0,95	481,58
1996	287.561,6	209.931,6	0,73	365,05

(*) Índice de precio al consumidor (Resistencia). Base 1988=100; (**) Índice de precio del algodón en bruto (base 1988=100), calculado de los precios corrientes (por tonelada).
(*) *Consumer price index (Resistencia). Base 1988=100;* (**) *Row Cotton Price Index (base 1988=100) calculated from current prices (per MT).*

Fuente: Elaboración propia en base a información del INDEC y al Ministerio de la Producción de la provincia del Chaco (1998).
Source: Own elaboration based on data from INDEC and Ministerio de la Producción Chaco province data base.

Estudio de caso ("micro")

El estudio de caso trata de un establecimiento –de producción mixta– perteneciente a un productor algodonero en el cual trabajan el jefe de familia y su mujer.

Para examinar la estructura de costos (cuadro 2) se utilizarán los correspondientes a las campañas 1993/94 y 1995/96[11]. La importancia de los datos correspondientes a estas dos campañas reside en que en la primera campaña el productor efectuaba la cosecha de manera manual y en 1995/96 la realizó con cosechadora propia.

- En la campaña 95/96 se amplía la *superficie dedicada a agricultura y específicamente la superficie dedicada al algodón.*
- Los precios de algodón bruto por tonelada se mantienen en las dos campañas.
- Los rendimientos diminuyen en la campaña 1995/96 tomando el promedio de las distintas áreas donde se efectuó algodón.

9. La fuerte variación del índice de precios entre 1990 y 1991 se debe a la hiperinflación desencadenada en diciembre de 1989 y que se extendió hasta marzo de 1990. En febrero de 1991, se implementa el Plan de Convertibilidad por el cual se logra controlar el proceso inflacionario hasta la actualidad.

10. En el sector servicios, el CNE no considera las personas que trabajan en las actividades gubernamentales y en el servicio doméstico.

11. En la campaña 95/96 se explotaron 150 hectáreas (propias) de las cuales 70 hectáreas se dedican a agricultura (algodón y maíz) y el resto a la ganadería (ciclo completo).

Comparando las dos campañas es importante destacar:

• El incremento del costo de los agroquímicos para la campaña 95/96. Esto se debe a dos razones: la primera es que los insecticidas pasaron de "piretroides" a "fosforados" incrementándose las dosis y el número de aplicaciones (por infestaciones por orugas)[12]. La segunda *razón es el uso de defoliantes a causa de la cosecha mecánica.*

• La disminución de los costos operativos por cosecha es interesante. Así, mien-

Cuadro 2
Algodón: Estructura de costos[13]. Campañas 1993/94 y 1995/96
Table 2
Cotton. Cost structure. 1993/94 and 1995/96

Items	Campaña 1993/94	Campaña 1995/96
Total hectáreas dedicadas a la agricultura	57	70
Hectáreas dedicadas al algodón	32	60
Precio del algodón ($/kg)	0,35	0,35
Rendimiento promedio (kg/ha)	1.937	1.600
Ingreso bruto por ha para algodón ($/ha)	678	560
Gastos de labores ($/ha)	35,7	35,7
Costo de insumos ($/ha) (incluye herbicidas, insecticidas, defoliantes)	16,2	70,7
Costo de semillas ($/ha) (incluye desmote y desinfección de semilla propia)	14,5	14,5
Costo de cosecha ($/ha)	203,4	39,2
Otros (incluye comercialización y costo financiero) ($/ha)	24,8	72,1
Costo operativo (total algodón) ($/ha)	294,6	232,2
Precipitaciones promedio (mm)	1993: 784 1995: 718	1994: 968 1996: 988
Ingreso bruto total[14] por ha	805	772
Margen bruto total por ha	440	467

Fuente: Programa Cambio Rural, INTA (Castelli, Chaco).
Source: Cambio Rural Program, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA (Castelli, Chaco).
De la estructura de costos se rescatan los anteriores elementos[15] sobresalientes.

12. De acuerdo a lo expresado por los técnicos de la Agencia de Extensión Rural de Castelli los productores realizan de cuatro (4) a seis (6) tratamientos por los ataques de orugas. La intensidad en el uso de los fosforados genera problemas de toxicidad en los productores y destrucción de la fauna benéfica.

13. Los costos fueron procesados por el Programa Cambio Rural, INTA (Castelli, Chaco) en base al programa CALSIS elaborado por la Unidad Integrada Balcarce (INTA Balcarce-Fac. Cs. Agrarias). Los datos del cuadro 2 son estrictamente los brindados por la fuente citada.

14. Por total se entiende algodón, maíz y ganadería.

15. Los elementos que se explicitan surgen tanto del examen de la estructura de costos como de la entrevista mantenida con el productor.

tras que en la campaña 1993/94 la cosecha representaba un 72,2% del total de los costos operativos, en la campaña 95/96 pasan a representar un 17% del total de los costos operativos.

De acuerdo a la Agencia de Extensión de INTA Castelli en cuanto a la cosecha de algodón, hasta el año 1994 se realizaba en un 90% en forma manual. Luego a partir de los buenos precios del algodón comienzan a ingresar las cosechadoras mecánicas hasta llegar a la campaña 97/98 donde un 70% de la recolección es en forma mecánica.

• Un punto importante a considerar es el relacionado al origen de los ingresos y márgenes brutos del establecimiento considerado. La menor participación del algodón en los ingresos y márgenes totales (cuadro 2) en la campaña 95/96 se debe a los menores rendimientos del algodón y a que el productor aumenta sus ingresos por ganadería ya que vende además de novillitos (280 kg), vacas y vaquillonas de reposición . Así, la cosecha mecánica impulsa al productor a desprenderse de los animales.

• Dada la importancia del algodón en los ingresos totales del establecimiento, los cambios en el precio del algodón y en el rendimiento repercute fuertemente en los ingresos.

• El aumento de la superficie sembrada en la campaña 95/96 fue una decisión "exante" y se debió especialmente al buen precio del algodón de la campaña anterior (94/95) y a la tendencia ascendente de los precios en los últimos tres años. Debido a

Cuadro 3
Grilla de factores y su respectiva ponderación
Table 3
Weighted factors

Factor	E1	E2	E3	E4	E5	TM	E1	E2	E3	E4	E5	TJJC
Erosión - tipo	L	L	L	L	L	L	LC	LSC	L	LSC	LRSC	LSC
Erosión - causa	- 2	- 5	- 1			- 8	- 5	- 7	- 5		- 6	- 24
Salinización	- 2	- 4	- 1			- 7	- 5	- 7	- 6		- 7	-25
Exceso agua en el suelo	- 2		+ 5			+ 3	- 5	- 2	- 5		- 3	-15
Aplicación agroquímicos		F	FEP					FP	F			
Toxicidad Humana			- 2			- 2		- 6	- 5			- 11
Toxicidad Animal			- 2			- 2		- 8	- 5			- 3
Acumulación suelo y agua						s/d		- 1				- 1
Déficit mat.orgán.	- 1	- 5	- 5			- 11	- 5	- 9	- 5		- 8	- 27
Textura y estructura	- 3	- 6	+5			- 11	- 5	- 9	- 5		- 8	- 27
Sobeexplotación	- 1	- 6	- 1			- 8	- 5	- 9	- 5		- 8	- 27
Exceso de laboreo	- 1	- 6	- 1			- 8	- 3	- 9	- 5		- 8	- 25

Fuente: elaboración propia en base a la opinión de los expertos.
Source: Own elaboration based in the experts judge.

Referencias: M: "Manuel ", TM: "Total Manuel ", TJJC: "Total J.J. Castelli"; E1: "Experto 1", E2: "Experto 2"....etc,; Erosión= L: "Laminar", R: "Regueros", S:"Surcos", C: "Cárcavas"; Agroquímicos= F: "Fosforados", E: "Endosulfán", P: "Piretroides".

ello cuando el precio se mantiene pero los rendimientos disminuyen –caso de la campaña 95/96– la superficie (como variable de ajuste) mantiene en parte los ingresos del establecimiento compensando la caída de los rendimientos.

• Otro elemento que debe haber influido en la decisión de realizar más hectáreas de algodón está relacionada a la adquisición de la cosechadora por parte del productor[16]. Esto determina que la superficie dedicada al mismo pueda y deba ampliarse por una cuestión de escala.

De lo anterior se puede rescatar:

1) la variabilidad de los rendimientos en algodón está ligada fuertemente al clima dado que la zona de J.J. Castelli es "marginal" comparada con el resto de la provincia del Chaco. La caída de los márgenes brutos no fue mayor en la campaña 1995/96 debido a la introducción de la cosecha mecánica propia que disminuyó los costos.

2) La introducción de la cosechadora y el precio del algodón tuvieron dos efectos marcados: a) el aumento de la superficie dedicada al algodón; b) la venta de vientres y por tanto la mayor dependencia de la agricultura como fuente de ingresos.

3) Particularmente, la adquisición de la cosechadora incrementó el pasivo del productor determinando que se torne más dependiente del algodón no sólo porque dedica más superficie a este cultivo sino porque el algodón es el único cultivo cuyos márgenes le permiten pagar con holgura las deudas contraídas.

Impactos ambientales

La grilla (cuadro 3) que se presenta a continuación es el resultado de la encuestas efectuadas a los técnicos de la zona de influencia de J.J. Castelli aplicando la Técnica Delphi. Así, cada experto (E) ha ponderado los efectos de cada factor: positivo (+) o negativo (-) y en que escala (1 al 10) tanto para el campo de Manuel como de la zona de J.J. Castelli. Se presentan los resultados para cada nivel y sus sumas totales. "TM" es la suma de las ponderaciones para el campo de Manuel mientras que "TJJC" es la suma de las ponderaciones efectuadas por los expertos para la zona de Castelli.

El cuadro 4 muestra las causas –que a criterio de los expertos– son posibles explicaciones de los impactos de los factores seleccionados. Las causas, al igual que en el cuadro anterior se presentan en dos niveles: para el caso seleccionado y para la zona de influencia de la localidad de J.J. Castelli (Chaco).

A partir de los resultados de los cuadros 3 y 4 se puede visualizar que existe una diferencia clara entre el caso de estudio –Manuel (M)– y el área correspondiente a la localidad de J.J. Castelli –JJC–. El impacto de los factores se clasifican en "poco agresivos", "muy agresivos" y "beneficiosos"[17]. Se observa que para el caso de Manuel los valores de impacto de los factores son menores. Las acciones para Manuel se encuentran en el rango de -2 a -8 (poco agresivas) hasta valores positivos (+3) considerada como una acción beneficiosa. Para

16. El productor compró la cosechadora en sociedad con otros tres productores (información obtenida en la entevista efectuada).

17. Los factores considerados agresivos tienen valor negativo. En valor absoluto, los muy agresivos tienen mayor valor que los considerados poco agresivos.

Cuadro 4
Factores y sus causas
Table 4
Factors and their causes

Factores	"Causas Estudio de caso"	Causas área de influencia de J.J. Castelli
Erosión	– Intensidad de lluvias – Escasa estructura del suelo problema drenaje – Alto escurrimiento – Predominio de labranzas verticales y discos	– Intensidad de lluvias – Mal manejo del suelo, suelos desprotegidos – Problemas de drenaje, alto escurrimiento – Exceso de labranzas – Fuertes vientos – Monocultivo
Salinización	– Napa freática alta, aguas subterráneas salinas – Condiciones intrínsecas del tipo de suelo – Baja cobertura por los cultivos de escarda – Exceso de laboreo – Falta de materia orgánica	– Condición intrínseca del tipo de suelo – Mal manejo del suelo – Mal manejo de la cuenca hídrica – Exceso de labranzas – Suelos descubiertos – Baja cantidad de materia orgánica – Rápida evaporación
Exceso de agua en el suelo	– Mal manejo de la cuenca hídrica – Problemas de piso de arado – Labranza vertical y rotación de cultivos	– Mal manejo de los suelos – Mal manejo de la cuenca hídrica – Falta de una política provincial – Inadecuada elección de suelos – Mal diseño de caminos y alcantarillas
Aplicación Agroquímicos		
• Toxicidad Humana	– Mala aplicación de productos sin adecuar a las recomendaciones – No se usan protecciones	– Mala aplicación de productos sin adecuar a las recomendaciones – No se usan protecciones
• Toxicidad Animal	– Acceso libre de aves a los lotes	– Acceso libre de las aves a los lotes – Perjuicio a insectos beneficiosos (abejas, etc.)
• Acumulación suelo y agua		– Exceso de aplicaciones – Napas cercanas a la superficie
Déficit de materia orgánica	– Falta de continuidad en la rotación de cultivos – Exceso de labores con cultivos anuales de escarda – Mantiene buena estructura con rotaciones	– Mal manejo de los suelos – Falta de rotaciones de cultivos – Monocultivo – Exceso de labores
Textura y estructura del suelo	– Suelos heterogéneos – Material original aluvial local – Suelos con poca estructura	– Suelos heterogéneos – Material original aluvial – Texturas livianas

Cuadro 4 (continuación)
Factores y sus causas
Table 4
Factors and their causes

Factores	"Causas Estudio de caso"	Causas área de influencia de J.J. Castelli
	– Falta de prácticas adecuadas – Mantiene buena estructura con aporte de MO y leguminosas	– Prácticas inadecuadas en laboreo – No realiza aportes de materia orgánica
Sobreexplotación	– Infraestructura política comercial – Se realizan otros cultivos – Realiza rotaciones con melilotus, maíz y sorgo granífero	– Infraestructura política – Mal manejo de condiciones ambientales adversas – Se hacen lotes de algodón desde hace mucho tiempo (de 15-40 años)
Exceso de laboreo	– Condiciones climáticas – Poca superficie agrícola – Trabaja lo necesario	– Labores inoportunas – Cultura del arado de reja – Falta de maquinaria de otros tipos – Costumbres "por que así lo hicieron siempre"

Fuente: Elaboración propia en base a la opinión de los expertos.
Source: Own elaboration based in the experts judge.

el área de la Municipalidad se encuentran acciones *muy agresivas* expresadas en el rango -23 y -27 y acciones *poco agresivas* en el rango de -1 a -15.

Los mayores valores de impacto negativo se otorgan al *porcentaje de materia orgánica* en el suelo (con un valor de -11) para el caso de Manuel siendo la principal causa que se menciona por los expertos: el exceso de labores con los cultivos de escarda. Se reconoce como positivo que el productor mantiene las condiciones del suelo con prácticas de rotaciones aunque a esta práctica le falta continuidad.

Los otros factores que le siguen en la evaluación de los impactos son la *erosión, la sobreexplotación del suelo y el exceso de labores en el suelo* con un valor de -8.

La *salinización* se debe a un mal manejo del suelo a lo que se suman los factores ambientales –aguas salinas, napas freáticas altas, rápida evaporación– que potencian este efecto en el suelo (MORENO, 1989).

En relación al impacto que producen los *agroquímicos,* la información proporcionada por los panelistas es escasa. Asimismo los valores de ponderación que aparecen son muy bajos.

En el análisis del caso de estudio aparece un sólo valor de impacto positivo para el tema de *agua en el suelo.* Esto a causa que se considera que el productor seleccionado realiza un manejo adecuado con la rotación de cultivos y que el problema general resulta de un mal manejo de la cuenca hídrica lo cual excede al trabajo del propio productor.

Para el caso del área de influencia de la localidad de J.J. Castelli los valores de impacto negativos son mucho mayores. Aparecen en primer lugar el *porcentaje de materia orgánica y el monocultivo.* Se mencionan como causas desencadenantes la falta de una infraestructura de comercialización y aquellas relacionadas a cuestiones propias del manejo de los productores como mal manejo de los suelos, falta de rotación de cultivos y exceso de laboreo. También aparecen como acciones muy agresivas *la erosión del suelo,* la *salinización, el exceso de laboreo* y los problemas de *estructura y textura de suelo.*

El *exceso de agua* y la aplicación de *agroquímicos* aparecen como acciones agresivas con una diferencia mayor que para el caso del productor.

Por último, en cuanto a la pregunta relacionada a la falta de diversificación, aparecen como resultados significativos en la encuesta los siguientes (cuadro 5):

Los expertos mencionan, para el caso particular del productor, que las causas fundamentales del monocultivo se deben a las características propias del productor, a la falta de conocimiento de otros cultivos y a la dependencia del sistema del algodón como sostén económico. A pesar de ello, los expertos consideran que el productor ha realizado una serie de cambios tecnológicos: rotación de cultivos, incorporación de tecnologías de labranza conservacionista, búsqueda de la diversificación de su unidad productiva. Esto se ha logrado por la accesibilidad del productor al trabajo con extensionistas e investigadores.

En el caso del área de influencia de J.J. Castelli las causas estructurales por las cuales no se diversifica son: la falta de políticas para las PYMES (Pequeñas y Medianas Empresas), la inadecuada infraestructura de comercialización, la falta de una superficie adecuada para efectuar ganadería y las características de adaptabilidad (plasticidad) del cultivo de algodón a las características ambientales de la región. Asimismo, aparecen causas asociadas a las características socioculturales de los productores. Se mencionan la cultura productiva tradicional, el marcado individualismo y también a una conexión emotivo-social que se relaciona con el concepto de "status" del colono.

Es importante mencionar también una serie de cuestiones coyunturales que se complementan con las anteriores como son el endeudamiento (ocasionado por créditos y agravados con años con bajos precios y/o pérdidas de cosechas) y experiencias poco exitosas con otros cultivos.

Conclusiones y limitaciones

El principal impacto socio-económico del monocultivo del algodón se relaciona con la fuerte dependencia –tanto económica como afectiva– de los productores en relación a este cultivo y por consiguiente la gran variabilidad de los ingresos y de la rentabilidad de sus explotaciones.

En relación a los impactos ambientales del algodón, el más evidente es el que se produce en los suelos. En la salinización se combinan tanto factores debidos al mal manejo del suelo como factores físicos y ambientales –aguas salinas, napas freáticas altas, rápida evaporación– que potencian este efecto en el suelo. Asimismo, el bajo contenido de materia orgánica determina menos estructura de los suelos lo que facilita la evapotranspiración. En la erosión laminar, la intensidad de las precipitaciones se conjuga con suelos con problemas de

drenaje lo cual genera a su vez, un fuerte escurrimiento con el consecuente arrastre de las partículas del suelo. También se relaciona con el exceso de labores y el tipo de labranza vertical que se realiza.

Llama la atención la falta de ponderación del factor *agroquímicos* por parte de los expertos. Esto no implica que los expertos omitan el daño que se está produciendo por el incremento en el uso de los fosforados sino que parece faltar experiencia para "cualificar" los efectos de los agroquímicos.

En cuanto al *agua del suelo,* los expertos consideran que su impacto es debido a un mal manejo de la cuenca hídrica lo cual excede al trabajo del propio productor.

Asimismo, en este trabajo se han podido cuantificar *"externalidades"* producidas por el monocultivo. Tal el caso de externalidades económicas producidas por la cosecha mecánica, como el desplazamiento de mano de obra y la consiguiente disminución de los ingresos y del consumo global en la región. En cuanto a la disminución del consumo se

Cuadro 5
Causas relacionadas a la falta de diversificación
Table 5
Reasons for the lack of diversification

Porque no se diversifica	– Inadecuada infraestructura de comercialización – Cultura del productor – No conocía otros cultivos – Dependencia de su sistema y del algodón como sostén – A pesar de que el algodón sigue siendo predominante, tiene una buena diversificación	– Inadecuada infraestructura de comercialización – Cultura tradicional de los productores – Esquemas mentales individualistas – Falta de políticas oficiales, fundamentalmente destinadas a las PYMES – Cultivo regional acompañado de políticas de incentivación para su siembra – Plasticidad del cultivo a las condiciones de la zona – Producto que siempre se vende – Años con buen precio – Predominio de la estructura algodonera – Por una cuestión de escala, no hay superficie para ganadería – Cultivo con apoyo de créditos, semillas, insumos, etc. – Alto endeudamiento por hacer algodón y pensar que les sobrara como en otras oportunidades – "Porque no anda otra cosa" (comentarios productor) – Cultivo "emotivo", social, político y comercial

Fuente: Elaboración propia en base a la opinión de los expertos.
Source: Own elaboration based in the experts judge.

destaca el de la carne lo que a su turno implica "achicar" el mercado de este producto en la zona. Esto a su turno perjudica a una alternativa productiva: la ganadería.

En lo ambiental se ha logrado ponderar las externalidades ambientales que son consecuencias del monocultivo tanto en la zona de influencia de Castelli como para el caso del productor seleccionado.

En cuanto al tema de la falta de diversificación, la misma está relacionada directamente con la capacitación y las características del productor que en el caso estudiado han permitido una seriede cambios tecnológicos. En la zona de J.J. Castelli, el problema del monocultivo es debido a causas estructurales: políticas, económicas, tecnológicas y socioculturales a lo cual se le agregan situaciones coyunturales como es el endeudamiento.

Entre las limitaciones encontradas se explicitan específicamente dos: la carencia de estudios referidos a lo ambiental[18] y la falta de sistematización de información referida a costos. En relación al primero, la mayoría de los trabajos efectúan recomendaciones sobre diversos aspectos ambientales. Sólo algunos trabajos de INTA (LIGIER, 1993; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Reconquista, 1992; INTA SÁENZ PEÑA, 1991) han intentado cuantificar los impactos ambientales de los sistemas de producción.

Recomendaciones finales

Finalmente, es necesario plantear alternativas frente a la problemática del monocultivo. Una de ellas se refiere al debate en torno a las nociones del desarrollo local y nuevos enfoques del desarrollo rural, que aparecen frecuentemente entremezclados con otros como el del desarrollo endógeno, autocentrado, desarrollo sostenible o ecodesarrollo. Más que un nueva estrategia bien definida, diferenciada y articulada, se trata de la exploración y búsqueda de nuevas orientaciones que permitan alcanzar el desarrollo.

Con esta tentativa se pretende aportar alguna solución que resuelva o modere los efectos no queridos, en bastante casos perversos, de los procesos desencadenados por el modelo vigente. Este modelo vigente produce algunos avances en el crecimiento. Sin embargo, ha generado desigualdades territoriales, desequilibrios y desertizaciones demográficas, problemas medioambientales y concentraciones urbanas que por su complejidad deben ser tenidas en cuenta.

El enfoque de desarrollo endógeno pone el énfasis en favorecer las capacidades de crecimiento propios de cada región o localidad, asumiendo el carácter localizado de algunos factores de crecimiento (medio ambiente natural y urbano, infraestructuras, capital humano, condiciones institucionales). Desde esta perspectiva se supone que la dinámica de desarrollo se debe basar principalmente en la plena utilización y en el incremento de la productividad de los recursos propios de la región y no, como suponen otros enfoques, en la movilidad de los factores productivos. Esto implica que la capacidad de desarrollo endógeno puede darse en muy distintos tipos de regiones. No cabe establecer un patrón único.

18. Se necesitan efectuar análisis específicos relacionados a los suelos, a la contaminación de napas, a los nivels de toxicidad producidos por los agroquímicos, entre otros.

De esta manera, la política regional, en coherencia con el enfoque del desarrollo endógeno, deberá tener un carácter selectivo, ajustándose a las necesidades de cada rama, apoyando el aprovechamiento de las potencialidades y la superación de los obstáculos al crecimiento. En esta línea, la política regional, en lugar de centrar la atención en los incentivos para forzar la movilidad regional del capital, deberá dirigir sus esfuerzos a aumentar la tasa de creación de nuevas empresas locales y a fortalecer las economías externas que pueden beneficiar a esas empresas, mejorando las infraestructuras y la formación de la mano de obra, ampliando y mejorando los servicios públicos y facilitando el acceso a la financiación.

Bibliografía

ALIER GÁNDARA J., CAZORLA MONTERO, MARTÍNEZ FALERO., 1997. "Optimización en la asignación espacial de usos del suelo: Metodología, casos de aplicación y programa informático". MAPA. Madrid.

CALVO, S., VISINTINI, A., 1998. "Argentina. Los sistemas agroalimentarios y la globalización: examen de la competitividad de las agroindustrias de manzanas y peras y la de carne vacuna". Anales del Simposio Internacional sobre Globalización y Sistemas Agroalimentarios. Venezuela.

CALVO SONIA., 1997. "Competitividad y tipo de cambio: el caso de la agroindustria de manzanas y peras". Revista de Investigación Agraria. Serie Economía. Instituto Nacional de Investigación y tecnología Agraria y Alimentaria. Zaragoza, España. Vol.11 (1). Pp 41-70.

GENNARI A., RAZQUIN C., SICILIA P. 1996. "Competitividad de la industria vitivinícola argentina: una aplicación del modelo de Porter". Revista Argentina de Economía Agraria. 17 pp.

GHEZAN G., ACUÑA A., 1996. "Potencialidades y limitantes a la competitividad de Argentina en productos frutihortícolas". Revista Argentina de Economía Agraria. 18 pp.

GHEZAN G., MATEOS M., ACUÑA A., 1994. "Innovaciones organizacionales y reestructuración del sistema agroalimentario". Revista Argentina de Economía Agraria. 31 pp.

INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 1993. "Censo Nacional Económico" (CNE). Argentina.

INDEC., 1980 y 1991. "Censo Nacional de Población y Vivienda". Argentina.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Programa Cambio Rural. Castelli. Chaco. "Planilla de Costos (1993/4-1995/6)". Inédito.

INTA Saenz Peña (Chaco). 1991. "Manual de prácticas para el cultivo del algodón".

INTA Reconquista (Santa Fe). 1992. "Proyecto de agricultura conservacionista para el NordEste de Santa Fe. Características edáficas, climáticas y productivas". Argentina.

INTA. Agencia de Extensión de J.J. Castelli., 1999. "Registro metereológico. Datos pluviométricos periodo 1942-1998".

LIGIER, D., 1993. "Monocultivo algodonero: Como revertir la degradación de los suelos". INTA. Estación Experimental Agropecuaria Corrientes. En Revista Campo y tecnología. Nº 7 (pp. 18-20). Argentina.

MINISTERIO DE ECONOMÍA, OBRAS Y SERVICIOS PÚBLICOS DE LA PROVINCIA DEL CHACO., 1996."El Chaco en cifras. 1996". Serie A. Nº 32. Argentina.

MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. DIRECCIÓN DE ALGODÓN, 1996. "Zonificación". Chaco (Argentina).

MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, 1998. "Estadísticas básicas de la produción primaria". Gobierno de la provincia del Chaco (Argentina).

MORENO, A., 1989. "Informe técnico sobre el reconocimiento de las áreas geomorfológicas Impenetrable e Interfluvio Teuco-Bermejito". Convenio INTA-MAG. Estudio de Suelos de la Provincia del Chaco. Argentina.

MUNICIPALIDAD DE J.J. CASTELLI. CHACO. (SECRETARÍA DE LA PRODUCCIÓN), 1998. "Informe de actividades".

PORTER M., 1990. "The competitive Advantage of Nationes". The Free Press. A Division of Macmillan, Inc., New York.

PORTER M., 1993. "L'avantage concurrentiel des nations". InterEditions, Paris.

PNUD (Proyecto de Naciones Unidas para el Desarrollo), 1993. "Caracterización del sector agropecuario de la provincia del Chaco". N° 85/019.

VALEIRO, A., 1998. "El nuevo algodón argentino: situación y perspectivas". Presentado en las XVI Jornada de Perspectivas Agropecuarias 1998/99. Buenos Aires.

(Aceptado para publicación el 25 de mayo de 2000)

ITEA (2000), Vol. **96 N.° 3,** 207-217

INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE TOMATE POR LA DEFICIENCIA INDUCIDA DE CALCIO

M.A. Sanz, A. Blanco, J. Val[1]

Estación Experimental de Aula Dei (CSIC), Apdo. 202, 50080 Zaragoza, España

RESUMEN

Se han estudiado los efectos provocados por la deficiencia inducida de calcio sobre el crecimiento de plantas de tomate en cultivo hidropónico. Para ello se han cultivado plantas en tres tipos de soluciones nutritivas: una con concentración normal de calcio (2,5 mM), y dos para inducir deficiencia: 125 mM y 62,5 mM de Ca^{2+}. Sobre estas plantas se han determinado en tallo: altura y grosor en su base; en hoja: humedad, espesor y peso específico, y en raíces: pesos fresco y seco.

Tras el ajuste a ecuaciones logísticas de crecimiento, se puede concluir que la elongación del tallo se retarda, deteniéndose 10-15 días antes en las plantas crecidas con 62,5 µM que en aquéllas con 125 µM Ca^{2+}. Al final del ciclo de cultivo, la altura y el grosor del tallo de las plantas deficientes, son un 50 y 30% inferior respectivamente a los de los controles.

La aparición de los primeros síntomas visuales de deficiencia se produce en las hojas más jóvenes, observándose la deformación periférica del limbo 7-10 días tras el tratamiento con 62,5 µM Ca^{2+}, mientras que en las cultivadas con 125 µM Ca^{2+} los síntomas se aprecian 10-15 días más tarde. Las raíces se oscurecen y disminuyen de tamaño, se interrumpe la aparición de nuevas hojas y aumentan el espesor y peso específico de las ya desarrolladas. Estos efectos son similares a los producidos por reguladores de crecimiento como el paclobutrazol (PBZ), cuya aplicación provoca disminución del área foliar, aumento del espesor de hoja y la inhibición del desarrollo radicular. En los estadios finales se produce la muerte de los ápices y la necrosis de las hojas más jóvenes.

Palabras clave: Cultivo hidropónico, Ecuaciones Logísticas, Nutrición vegetal, Síntomas visuales.

SUMMARY

GROWTH INHIBITION OF TOMATO PLANTS BY CALCIUM INDUCED DEFICIENCY

To study the effects of calcium-induced deficiency, tomato plants were grown in three nutrient solutions: one contained the usual calcium concentration (2.5 mM) and the other two solutions to induce deficiency (125 and 62.5 µM Ca^{2+}). On these plants, stem height and thickness, leaf humidity, thickness and specific weight, and root fresh and dry weight were determined.

1. Autor al que debe dirigirse la correspondencia, e-mail: jval@eead.csic.es

After the adjustment to logistic growth equations, it can be concluded that calcium deficiency slows down stem elongation. In the plants grown in 62.5 μM Ca^{2+} stem growth stops 10-15 days earlier than in those in 125 μM Ca^{2+}. At the end of the growing cycle, Ca-deficient plants compared to controls showed decreases in stem height and thickness of 50 and 30% respectively.

First visual symptoms of the deficiency appeared on the youngest leaves as a peripheral deformation of the limb. At 62.5 μM Ca^{2+} plant symptoms appeared 7-10 days after the start of the treatment, whereas for those at 125 μM Ca^{2+}, symptoms developed 10-15 days later. Roots became dark and their size was smaller than those of controls. Plants stopped the development of new tissues, whereas thickness and specific weight increased in the full developed leaves. These effects are similar to those produced by plant growth inhibitors such as paclobutrazol (PBZ), which enhanced leaf thickness and inhibited root development. At the end of the growing cycle, apexes and youngest leaves became necrotic and finally died.

Key words: Hydroponics, Logistic equations, Plant nutrition, Visual symptoms.

Introducción

El calcio es uno de los elementos más abundantes en la litosfera y, dependiendo de la roca madre, puede encontrarse en los suelos en muy variada proporción. El contenido total de iones en la solución del suelo es variable pero, en la mayoría de los casos, el 60-80% del total de estos iones se encuentra como Ca^{2+} y, aunque las raíces aprovechan menos del 3% del calcio disponible, esta cantidad es suficiente para satisfacer la demanda de las plantas (BARBER *et al.*, 1963).

El calcio es poco móvil y tiende a acumularse en los órganos más viejos, mientras que los de mayor actividad metabólica (hojas en crecimiento, flores, frutos y meristemos apicales) son los que necesitan un mayor aporte. Por tanto, la deficiencia de este macronutriente afecta en primer lugar a las partes en formación y meristemos en crecimiento, donde queda fijado y prácticamente inmóvil en sus paredes celulares. Debido a esta inmovilidad, las hojas viejas pueden tener concentraciones normales de calcio, mientras que las jóvenes, frutos u otros órganos, pueden presentar niveles por debajo de la normalidad (CHIU y BOULD, 1977).

Así pues, las alteraciones fisiológicas asociadas con la nutrición cálcica son factores importantes para los cultivos. De hecho, según POOVAIAH (1993), al aumentar la concentración de calcio en tejidos vegetales debería disminuir la incidencia de estas patologías y, por tanto, mejorar la calidad del producto. Sin embargo, niveles de calcio bajos en determinados órganos de una planta no siempre son el resultado de una absorción de calcio insuficiente, sino que puede deberse a problemas de distribución (PAIVA *et al.*, 1998).

Aunque la capacidad de asimilación de las especies vegetales varía enormemente, existen características de crecimiento innatas a la planta que ejercen fuertes efectos sobre sus funciones generales. El consumo físico mantiene el crecimiento, pero la regulación biológica dicta el patrón a seguir en su utilización y expresión final. Para células individuales u órganos, el crecimiento es potencialmente ilimitado y comienza siguiendo un modelo exponencial. Sin embargo, inte-

racciones mutuas dentro de un mismo individuo imponen limitaciones en el crecimiento, y la curva de crecimiento se desvanece de una manera sigmoidea (LEOPOLD y KRIEDEMANN, 1975).

La deficiencia de calcio interfiere el proceso fotosintético, disminuyendo enormemente la eficacia de la carboxilación y la capacidad fotosintética (ALARCÓN *et al.*, 1999), lo que conduce a descensos sustanciales en la producción de biomasa de las plantas afectadas (RAMALHO *et al.*, 1995).

Según JAUNIN y HOFER (1988), el calcio es esencial para el crecimiento, densidad y elongación de los pelos radiculares necesarios para la absorción de nutrientes. En este sentido, los experimentos realizados por MORAD *et al.* (1996) con plantas de tomate en cultivo hidropónico sometidas durante 8 días a la carencia total de calcio en el sustrato nutritivo, mostraron que se interrumpía el crecimiento de los tallos y la aparición de hojas nuevas. Estos datos, que confirman el papel del calcio en el crecimiento de las plantas, parecían sugerir que disminuyendo la concentración de este elemento en el sustrato nutritivo, pudiera regularse el desarrollo total de la planta. Basándonos en estos resultados, el objetivo de este trabajo consistió en cuantificar la inhibición del crecimiento de las plantas de tomate, mediante el ajuste a ecuaciones sigmoideas, modificando la disponibilidad de calcio en el medio de cultivo.

En 1975 SHEAR registró unas 30 enfermedades relacionadas con el calcio: Blossom-end rot (Podredumbre apical) en tomate y pimiento, Blackheart (Corazón negro) en apio, Cavity spots (Puntos hundidos) en zanahoria, Rolling apical leaves (Enrollamiento de hojas apicales) en trigo, Bitter pit (Mancha amarga) en manzana, Tipburn (Puntas quemadas) en lechuga; y muestra que factores tales como la humedad, la nutrición y el crecimiento vegetativo, pueden afectar a la severidad de los síntomas. La aparición de la podredumbre apical del tomate se ha asociado con bajos niveles de calcio en fruto y es una de las enfermedades típicas de la deficiencia de este elemento (DEKOCK DEKOCK *et al.*, 1979). Se considera que esta patología es el factor que causa las mayores pérdidas en la producción comercial de tomate en varias regiones del mundo (WILLUMSEN *et al.*, 1996).

En este trabajo se ha pretendido cuantificar la inhibición del crecimiento de plantas de tomate en función de la disponibilidad de calcio en el medio de cultivo. Este es el primer paso para el estudio, en profundidad, de la deficiencia de calcio que, en nuestro caso, hemos abordado utilizando como modelo una planta susceptible cuyos síntomas se manifiestan principalmente en sus frutos. Para ello se ha diseñado un sistema experimental que ha consistido en el cultivo de plantas de tomate en solución hidropónica utilizando dos niveles de deficiencia, 2,5 y 5% del calcio utilizado en la solución que alimenta las plantas control.

Material y métodos

Material vegetal

El estudio sobre deficiencia de calcio en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Tres Cantos) se realizó mediante cultivo hidropónico en una cámara climatizada situada en la Estación Experimental de Aula Dei (Zaragoza), bajo condiciones controladas de temperatura (21 ± °C), humedad relativa (80 ± 5%), iluminación (fotoperiodo de 16 horas) y aireación forzada median-

te compresor (cada 10 minutos). Se realizaron 5 repeticiones de los experimentos entre el 24 de junio de 1998 y el 22 de abril de 1999. El promedio de radiación fotosintéticamente activa fue 242 µmoles de fotones m^{-2} seg^{-1}.

La solución nutritiva estándar usada tenía la siguiente composición: KNO_3 = 2,5 mM; $MgSO_4.7\ H_2O$ = 1 mM; KH_2PO_4 = 1 mM; $Ca(NO_3)_2.4\ H_2O$ = 2,5 mM; $MnCl_2.4\ H_2O$ = 4,6 µM; H_3BO_3 = 23,2 µM; Na_2MoO_4 = 0,06 µM; $ZnSO_4.7\ H_2O$ = 0,4 µM; $CuSO_4$ = 0,185 µM; Fe(EDDHA) = 44,76 µM.

Se germinaron semillas de tomate en perlita, y durante tres semanas se regaron, cada tres o cuatro días, alternando en cada riego agua desionizada y solución nutritiva estándar diluida a la cuarta parte. El paso a hidropónico se realizó en dos fases: en primer lugar se seleccionaron las plántulas de porte más homogéneo (entre 25 y 30) y se trasladaron a un recipiente de 35 litros que contenía solución hidropónica estándar y con borboteo de aire regularmente a través de la solución; después, transcurridas dos semanas se transfirieron a otros recipientes para su crecimiento definitivo.

Se aplicaron tres tratamientos que consistieron en variar la concentración de Ca^{2+} en el medio de cultivo. Así, en el *Tratamiento 1* las plantas crecieron en solución hidropónica estándar (2,5 mM Ca), en el *Tratamiento 2* el medio nutritivo era 125 µM Ca y en el *Tratamiento 3,* 62,5 µM Ca. Experimentos preliminares determinaron la elección de estas concentraciones de calcio como las más adecuadas para evidenciar diferencias significativas entre tratamientos (resultados no mostrados). Se realizaron 5 ciclos de cultivo y las plantas se desarrollaron en contenedores de 20 litros (1 o 2 plantas por recipiente). La solución nutritiva era renovada cada semana.

Peso específico, humedad y espesor de hojas

En todos los casos, se ha podido observar que, en las plantas del *Tratamiento 3,* el crecimiento se detiene antes que en las del *Tratamiento 2.* Así, en los *Tratamientos 1 y 2* pueden distinguirse tres partes: zona vieja, zona adulta y zona en desarrollo, mientras que en el *Tratamiento 3* solo pueden ser divididas en dos partes, dado que los tallos de nueva formación y sus correspondientes hojas mueren en los primeros estadios del desarrollo. Por lo tanto, una vez transcurrido el ciclo de cultivo se separaron las hojas en 9 grupos que correspondían a los tratamientos aplicados, distinguiendo tres edades fisiológicas: hojas viejas, adultas y jóvenes o en pleno desarrollo.

Se tomaron 10 hojas por cada grupo y de cada una se cortó un disco de superficie conocida (0,33 cm^2) con un área total de 3,3 cm^2. Se pesaron los discos para obtener el peso fresco (*pf*) y se secaron en estufa de aire a 60°C durante 3 días. Tras este proceso se realizó una nueva pesada para obtener la masa de materia seca o peso seco (*ps*). El peso específico o índice foliar (mg cm^{-2}) se calculó dividiendo el peso seco por la superficie total.

Al finalizar los muestreos sobre las plantas de tomate (aproximadamente 35 días después de su instalación en el cultivo hidropónico definitivo), éstas se extrajeron del medio de cultivo, y se procedió al lavado de su masa radicular, en primer lugar con agua corriente y después con agua destilada. Posteriormente, se secaron bien con papel de filtro y se tomó su peso fresco. Por último se llevaron a estufa de aire para secar a 60°C.

Al cabo de una semana se tomó el peso seco de estas muestras para calcular el porcentaje de humedad.

El espesor de hojas se determinó mediante un micrómetro digital (Mitutoyo, Reino Unido).

Análisis de crecimiento: altura y grosor de tallos

Los datos de crecimiento del tallo (altura y grosor) fueron ajustados a la ecuación logística que describe el crecimiento vegetativo según el procedimiento matemático de COSTA *et al.* (1994):

$$y = \frac{C}{(1+e^{(-B*(x-M))})}$$

donde y es la longitud o grosor, x el tiempo en días, C es la longitud o grosor final y M el tiempo de máxima velocidad de crecimiento. La velocidad máxima de crecimiento es la tangente al punto de inflexión de esta curva y viene dada por:

$$\frac{BC}{4}$$

El ajuste de las curvas se hizo mediante regresión no lineal. Los parámetros de las correspondientes curvas, así como el resto de los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza, y cuando el resultado fue significativo para un nivel de confianza del 95%, se aplicó el test de Duncan para la separación de medias.

Resultados y discusión

Los primeros síntomas visuales de deficiencia en las plantas del *Tratamiento 3* aparecieron en las hojas más jóvenes con una deformación periférica del limbo 7-10 días después del comienzo del estrés de calcio. La muerte del ápice y la necrosis de las hojas más jóvenes se observaron unos 12-15 días después del comienzo del tratamiento. En las raíces se observó un oscurecimiento que podría reflejar una degradación general de los tejidos de la planta similar a la descrita por JAKOBSEN (1979) en raíces de cebada deficiente en calcio. En el caso de las plantas del *Tratamiento 2* los primeros síntomas visuales aparecieron 20-25 días después del comienzo del tratamiento. La necrosis apical y la de las hojas más jóvenes se observaron transcurridos 27-30 días de la aplicación del estrés. La aparición de los primeros síntomas visuales (deformación de la periferia del limbo de las hojas más jóvenes) parece reflejar el desencadenamiento de procesos irreversibles que conducen a una muerte rápida de la planta (HO y ADAMS, 1989; MORARD *et al.* (1996). De hecho, en el momento de la recolección de muestras, las plantas control habían entrado en floración, mientras que en las deficientes, los pocos botones florales que aparecieron no llegaron a ser viables.

Tal como describen LEOPOLD y KRIEDEMANN (1975), en la Figura 1 puede observarse el ajuste a curvas sigmoideas de las curvas que representan la variación de la altura de las plantas y del grosor de la base del tallo respecto al tiempo transcurrido desde el tratamiento. La confianza del ajuste para ambos parámetros fue superior al 95%.

Al establecer la comparación con las plantas control, se observa que los dos tratamientos de deficiencia de calcio provocaron una disminución de la elongación del tallo (figura 1). Conforme avanza el ciclo se acentúa la severidad de los efectos: la elongación del tallo se detiene, se interrumpe la aparición de nuevas hojas, y posteriormente aparece necrosis apical. El crecimiento de las plantas del *Tratamiento 3* se detiene unos días antes que en las del *Tratamiento 2*. Las plantas control (*Trata-*

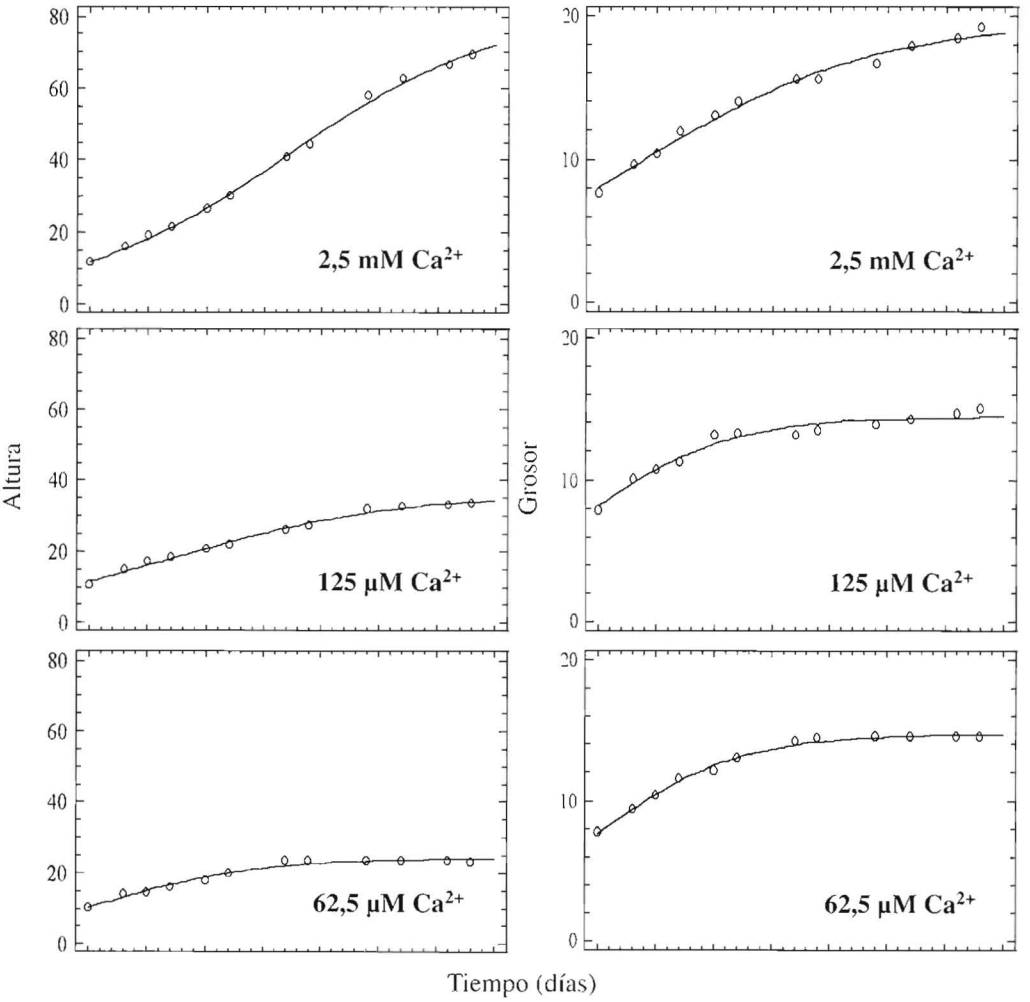


Figura 1. Evolución de la altura (cm) y del grosor del tallo (mm) (ajustados a curvas sigmoides) de plantas de tomate según la concentración de Ca^{2+} en la solución de cultivo.

Figure 1. Development of stem height (cm) and thickness (mm) of tomato plants (adjusted to sigmoid equations) according to the concentration of calcium in the culture solution.

miento 1) llegan a alcanzar una altura incluso superior al doble que las deficientes (figuras 1 y 2, cuadro 1). Al igual que ocurría con la altura, también se puede observar cómo el engrosamiento del tallo se detiene en las plantas deficientes.

En el cuadro 1 se exponen los parámetros de crecimiento referidos a las plantas de tomate cultivadas en medio hidropónico. Los parámetros calculados son: el máximo valor alcanzado, el tiempo de máximo crecimiento y la tasa de crecimiento máximo, En el cuadro 1 se exponen los parámetros de crecimiento referidos a las plantas de tomate cultivadas en medio hidropónico. Los parámetros calculados son: el máximo valor alcanzado, el tiempo de máximo crecimien-

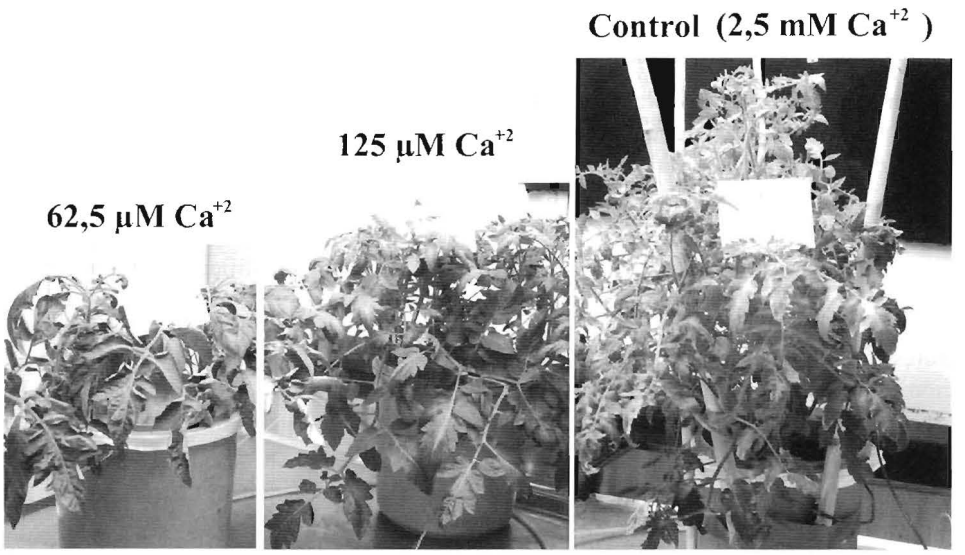


Figura 2. Imágenes de plantas de tomate cultivadas en medios con distintas concentraciones iniciales de Ca^{+2}. Nótese que las plantas control y el tratamiento 125 µM están representados a una escala menor que el 62,5 µM.

Figure 2. Photographs of tomato plants cultured in hydroponics with different initial concentrations of Ca^{+2}. Control plants and 125 µM Ca^{+2} are represented in a smaller scale than that of treatment 62,5 µM Ca^{2+}.

Cuadro 1

Parámetros de crecimiento de la altura y del grosor en la base del tallo de plantas de tomate cultivadas a diferentes concentraciones de Ca^{2+} en la solución nutritiva

Table 1

Plant height and stem thickness of tomato plants grown under different Ca^{2+} concentrations in the culture solution

	Calcio en solución		
	2,5 mM	125 µM	62,5 µM
Altura máxima (cm)	79,81 ± 4,34	41,74 ± 7,67	26,39 ± 3,51
Tiempo de máximo crecimiento de altura (días)	19,85 ± 4,02	3,88 ± 1,67	3,73 ± 0,98
Tasa de crecimiento máximo de altura (cm $día^{-1}$)	1,95 ± 0,33	1,12 ± 0,26	0,92 ± 0,04
Grosor máximo (mm)	19,22 ± 0,59	14,06 ± 0,57	13,75 ± 1,43
Tiempo de máximo crecimiento de grosor (días)	4,03 ± 0,64	0,91 ± 0,12	0,58 ± 0,11
Tasa de crecimiento máximo de grosor (mm $día^{-1}$)	0,50 ± 0,02	0,59 ± 0,01	0,59 ± 0,02

Los datos se expresan como el promedio de 5 repeticiones ± el error estándar.

The data are shown as the average of 5 replicates ± standard error.

to y la tasa de crecimiento máximo, tanto para la altura como para el grosor del tallo.

Como se ha mencionado anteriormente, el resultado más espectacular que puede extraerse del Cuadro 1, sería la inhibición del crecimiento de la planta por efecto de la deficiencia de calcio, pero además hay que resaltar que la tasa de máximo crecimiento para las plantas deficientes se produce en un periodo 5 veces menor que en los controles. Estos datos indican que la restricción del calcio en el medio de cultivo actúa como un potente inhibidor del crecimiento vegetativo.

Al estudiar el crecimiento del grosor del tallo de la planta se observan diferencias menos espectaculares que en el caso de la altura. El cuadro 1 muestra que el valor máximo de este parámetro disminuye bajo condiciones de deficiencia, pero sólo en aproximadamente un 30% del alcanzado por los controles.

Es interesante que la tasa de crecimiento máximo aumenta ligeramente para las plantas deficientes, pero ésta se produce antes de que transcurra el primer día del tratamiento. Por el contrario, los controles siguen engrosando el tallo, alcanzando una velocidad máxima al 4.° día del tratamiento.

De estos resultados puede desprenderse que el grosor del tallo es un parámetro interesante para cuantificar el grado de inhibición producido por la deficiencia de calcio, puesto que, aunque su crecimiento se mantiene hasta finalizar el ciclo de cultivo, la pendiente máxima se produce durante el primer día del tratamiento. Es posible que la planta detecte las condiciones de deficiencia antes incluso de que lleguen a ser limitantes para su subsistencia, y que el sistema de señales externas, actúe de forma que se aceleren ciertos procesos que favorezcan la supervivencia de la planta en previsión de condiciones desfavorables.

Los datos obtenidos sobre el porcentaje de humedad (cuadro 2) indican que, a pesar de encontrarse en un medio deficiente en calcio, las plantas sometidas a los trata-

Cuadro 2
Humedad de hojas (%) de plantas de tomate sometidas a deficiencia inducida de calcio, según su estado fenológico
Table 2
Humidity of leaves (%) from tomato plants under induced Ca^{2+} deficiency, according to their phenoligical status

	Concentración de Ca^{2+} en el medio de cultivo		
Hojas	2,5 mM	125 µM	62,5 µM
Viejas	81,9 ± 3,0	87,6 ± 0,6	82,2 ± 2,3
Adultas	83,1 ± 0,4	84,0 ± 0,4	81,3 ± 2,2
Jóvenes	71,7 ± 4,2	74,6 ± 3,2	-

Los datos se expresan como el promedio de 5 repeticiones ± el error estándar.
The data shown are the average of 5 replicates ± standard error.

mientos de deficiencia de calcio se encontraban adecuadamente hidratadas.

Respecto al estado fenológico de las hojas, puede observarse que únicamente las más jóvenes contienen menor porcentaje de agua que las viejas e incluso que las adultas.

En el cuadro 3 se observa un incremento en el espesor de las hojas a medida que disminuye la concentración de calcio en el medio de cultivo. Independientemente del tratamiento aplicado, las hojas viejas tienen mayor espesor que las adultas y jóvenes. Con respecto al peso específico, en este mismo cuadro, se observa que en el caso de las hojas control, el mayor valor de este parámetro se obtiene de las hojas más jóvenes, pero esto no es debido a un mayor espesor, sino a su reducido porcentaje de humedad (cuadro 2). Por otra parte, independiente de la edad fisiológica de las hojas, tanto el peso específico como el espesor aumentan concomitantemente con la disminución de Ca^{2+} en el medio de cultivo.

Éstos son efectos similares a los producidos por reguladores de crecimiento como el paclobutrazol (PBZ). En este sentido, PEQUERUL *et al.* (1997) encuentran un aumento del peso específico de las hojas de melocotonero y remolacha, en condiciones de campo y cámara de cultivo respectivamente, debido a la aplicación de PBZ. Esta inhibición de crecimiento provoca una disminución del área foliar y un aumento del espesor de hoja.

Por último, se puede notar que, en las raíces del Control, el peso fresco es el

Cuadro 3
Peso específico (mg cm^{-2}) y espesor (mm) de hoja según se edad fisiológica y el tratamiento inductor de la deficiencia de calcio
Table 3
Leaf specific weight (mg cm^{-2}) and thickness (mm) in accordance with its physiological age and with the calcium deficiency treatment

	Ca^{2+} en solución		
	2,5 mM	125 µM	62,5 µM
Hojas viejas			
Peso específico	4,24 ± 1,29	3,64 ± 0,86	7,12 ± 1,5
Espesor	0,4 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,6 ± 0,1
Hojas adultas			
Peso específico	3,18 ± 0,21	4,39 ± 0,21	7,73 ± 1,50
Espesor	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,5 ± 0,0
Hojas jóvenes			
Peso específico	5,00 ± 0,64	5,61 ± 0,21	-
Espesor	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,0	-

Los datos se expresan como el promedio de 5 repeticiones ± el error estándar.
The data are shown as the average of 5 replicates ± standard error.

Cuadro 4
Pesos fresco y seco (g) de la raíz de plantas de tomate en función del tratamiento restrictivo de calcio
Table 4
Root fresh and dry weight (g) of tomato plants depending on the Ca^{2+} deficiency teatment

	Ca^{2+} en solución		
Peso	2,5 mM	125 µM	62,5 µM
Fresco	264,3 ± 32,5	108,8 ± 13,6	110,3 ± 20,5
Seco	22,2 ± 10,4	13,4 ± 2,4	13,2 ± 8,6

Los datos se expresan como el promedio de 5 repeticiones ± el error estándar.
The data are shown as the average of 5 replicates ± standard error.

doble que en las de los tratamientos inductores de deficiencia de calcio (cuadro 4). Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por SPEHAR y GALWEY (1997), que también encuentran, en soja cultivada en deficiencia de calcio, que el crecimiento de la raíz se detiene rápidamente. La acción de ciertos reguladores de crecimiento es similar a la encontrada en el caso de la deficiencia de calcio, ya que alteran el crecimiento radicular y su morfología (PEQUERUL *et al.*, 1997).

Conclusiones

La deficiencia inducida de calcio provoca la inhibición del crecimiento de las plantas de tomate cultivadas en medio hidropónico.

• Cuando se cultivan estas plantas con 125 µM Ca^{2+} en la solución nutritiva, la altura de la planta se reduce en un 48%, respecto a las de control, mientras que para las plantas crecidas con 62,5 µM Ca^{2+} la reducción alcanza el 67%.

• El grosor en la base del tallo de las plantas sometidas a los dos tratamientos de deficiencia sólo se reduce en aproximadamente un 30%.

• La deficiencia de calcio provoca el aumento del espesor y del peso específico foliares, así como una inhibición del desarrollo radicular. Estos datos son similares a los obtenidos por la aplicación de reguladores de crecimiento exógenos de síntesis.

Agradecimientos

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

Bibliografía

ALARCÓN A.L., MADRID R., EGEA C., GUILLÉN I., 1999. Calcium deficiency provoked by the application of different forms and concentrations of Ca^{2+} to soil-less cultivated muskmelons. Scientia Horti., 81: 89-102.

BARBER S.A., WALKER J.M., VASEY E.H., 1963. Mechanisms for the movement of plant nutrients from the soil and fertilizer to the plant root. J. Agric. Food Chem., 11: 204-207.

CHIU T.E., BOULD C., 1977. Sand-culture studies on the calcium nutrition of young apple trees with particular reference to bitter pit. J. Hort. Sci., 52: 19-28.

COSTA J., BOSCH M., BLANCO A., 1994. Growth and cropping of 'Blanquilla' pear trees treated with paclobutrazol. J. Hort. Sci., 70 (3): 433-443.

DEKOCK P C., HALL A., INKSON R.H., ROBERTSON R.A. 1979. Blossom-end rot in tomatoes. *J. Sci. Food Agric.*, 30 (5): 508-514.

HO L.C., ADAMS P., 1989. Calcium deficiency a matter of inadequate transport to rapidly growing organs. Plants Today, 11-12: 202-207.

JAKOBSEN S.T., 1979. Interaction between phosphate and calcium in nutrient uptake by plants roots. Comm. Soil Sci. Plant Analys., 10:141-152.

JAUNIN F., HOFER R.M., 1988. Calcium and rhizodermal differentiation in primary maize roots. J. Exp. Bot., 39: 587-593.

LEOPOLD A.C., KRIEDEMANN P.E., 1975. The dynamics of growth, pp. 77-80. En: Plant Growth and Development. McGraw-Hill series, In Organismic Biology. McGraw-Hill. New York.

MALAVOLTA E., CAMARGO E., CASTRO P.R., DA CRUZ V.F., (1975). Calcium and its relationship to blossom-end rot in tomato. Comm. Soil Sci. Plant Analys., 6 (3): 273-284.

MORARD P., PUJOS A., BERNADAC A., BERTONI G., 1996. Effect of temporary calcium deficiency on tomato growth and mineral nutrition. J. Plant Nutr., 19 (1): 115-127.

PAIVA E.A, PRIETO MARTÍNEZ H., DÍAS CASALI V.W., PADILHA L., 1998. Occurrence of blossom-end rot in tomato as a function of calcium dose in the nutrient solution and air relative humidity. J. Plant Nutr., 21(12): 2663-2670.

PEQUERUL A., MONGE E., BLANCO A., VAL J., 1997. Differential assimilation of nutrients in paclobutrazol-treated peach trees. Acta Hort., 448: 169-175.

POOVAIAH B.W., 1993. Biochemical and molecular aspects of calcium action. Acta Hort., 326: 139-147.

RAMALHO J.C., REBELO M.C., SANTOS M.E., ANTUNES, M.L., NUNES M.A., 1995. Effects of calcium deficiency on Coffea arabica. Nutrient changes and correlation of calcium levels with some photosynthetic parameters. Plant Soil, 172: 87-96.

SHEAR C.B. 1975. Calcium-related disorders of fruits and vegetables. Hortscience, 10 (4): 361-365.

SPEHAR C.R., GALWEY N.W., 1997. Screening soya beans [*Glycine max* (L.) Merill] for calcium efficiency by root growth in low-Ca nutrient solution. Euphytica, 94: 113-117.

WILLUMSEN J., PETERSEN K.K., KAACK K. 1996. Yield and blossom-end rot of tomato as affected by salinity and cation activity ratios in the root zone. J. Hort. Sci., 71 (1): 81-98.

(Aceptado para publicacion el 19 de septiembre de 2000)

PREMIOS DE PRENSA AGRARIA 2000 DE LA ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO

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

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

Los premios se regirán de acuerdo a las siguientes

BASES

1. Podran concursar todos los artículos que versen sobre cualquier tema técnico-económico-agrario.
2. Los artículos que podrán acceder a los premios serán todos aquellos que se publiquen en ITEA en el año 2000. Consecuentemente, los originales deberán ser enviados de acuerdo con las normas de ITEA y aprobados por su Comité de Redacción.
3. El jurado estará constituido por las siguientes personas:
   a) Presidente de AIDA, que presidirá el jurado.
   b) Jefe del Servicio de Investigación Agroalimentaria de Zaragoza (Diputación General de Aragón).
   c) Director del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
   d) Jefe del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
   e) Director de la Estación Experimental de Aula Dei.
   f) Director de la revista ITEA, que actuará de Secretario.
4. Los premios serán anuales y con una dotación de 50.000 ptas. cada uno.
5. Las deliberaciones del jurado serán secretas, y su fallo inapelable.
6. El fallo del jurado se dará a conocer en la revista ITEA, y la entrega del premio se realizarán con motivo de la celebración de las Jornadas de Estudio de AIDA.



CIHEAM

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

CIHEAM/IAMZ - Cursos 1999-00-01

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	27 Sep. 99/ Mayo 00	Cordoba	UCO/CA-JA/CSIC/ INIA/COI/IAMZ
	UTILIZACIÓN SOSTENIBLE DE RECURSOS EN LOS SISTEMAS DE AGRICULTURA DE SECANO DE LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	18-19 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	Cabrils	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
	I NTEGRACION DE MÉTODOS EN LA MEJORA DE CEREALES PARA RESISTENCIA A SEQUÍA	27 Mar./ 7 Abr. 00	Rabat	IAMZ/INRA
	CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS EN ZONAS ÁRIDAS: UTILIZACIÓN DE GIS, TELEDETECCIÓN Y MODELIZACIÓN	12-23 Jun. 00	Ankara	IAMZ/Central Research Institute for Field Crops
	CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN CULTIVOS PROTEGIDOS	12-23 Jun. 00	Zaragoza	IAMZ
	*MEJORA GENÉTICA VEGETAL	2 Oct. 00/ 8 Jun. 01	Zaragoza	IAMZ
	MANEJO DE PLANTACIONES DE OLIVO EN CONDICIONES DE SECANO: NUEVAS PERSPECTIVAS	22 Ene./ 2 Feb. 01	Sfax	IAMZ/Institut de l'Olivier/COI
PRODUCCIÓN ANIMAL	*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 LACTEOS DE OVINOS Y CAPRINOS EN EL ÁREA MEDITERRÁNEA. TECNOLOGÍAS ACTUALES Y PERSPECTIVAS DE MERCADO	10-19 Abr. 00	Surgères	AMZ/ENILIA
	PRODUCCIÓN CAPRINA	6-17 Nov. 00	Murcia	IAMZ/CMAAA-RM
	PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DE CAMPAÑAS DE SANEAMIENTO GANADERO	11-15 Dic. 00	Zaragoza	IAMZ/FAO
	REQUISITOS DE CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE RUMIANTES PARA SU COMERCIALIZACIÓN	15-26 Ene. 01	Zaragoza	IAMZ
	PRINCIPIOS ESTADÍSTICOS EN EXPERIMENTOS DE PRODUCCION ANIMAL: HACIA UNA MEJOR COMPRENSION Y APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS MODERNOS	19-23 Feb. 01	Zaragoza	IAMZ
	UTILIZACION DE TECNICAS MOLECULARES EN MEJORA GENÉTICA ANIMAL	5-16 Mar. 01	León	IAMZ/Univ. León
	MEJORA GENÉTICA DE PECES PARA ACUICULTURA	2-6 Abr. 01	Zaragoza	IAMZ
	OPTIMIZACIÓN DEL USO DE RECURSOS FORRAJEROS LOCALES CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES EN ÁREAS MEDITERRÁNEAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS	14-25 Mayo 01	El Cairo	IAMZ/DRC
	ACUICULTURA MEDITERRÁNEA: CULTIVO EN MAR ABIERTO	28 Mayo/ 1 Jun. 01	Zaragoza	IAMZ

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS FORESTALES	18-29 Oct. 99	Zaragoza	IAMZ/MIMAM/FAO
	USO CONJUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS: MODELIZACIÓN Y SISTEMAS DE GESTIÓN	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 RESTAURACIÓN FORESTAL EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	7-18 Feb. 00	Zaragoza	IAMZ
	TÉCNICAS PARA EL CONTROL DE LOS PROCESOS DE DESERTIFICACIÓN EN PAÍSES MEDITERRÁNEOS	3-14 Mar. 00	Médenine	IAMZ/IRA
	TURISMO EN ZONAS RURALES: ESTRATEGIAS Y PROMOCIÓN	3-8 Abr. 00	Zaragoza	IAMZ
	ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES: MÉTODOS DE MEDIDA Y ESTRATEGIAS DE GESTIÓN EN RÍOS	8-19 Mayo 00	Zaragoza	IAMZ
	MODELIZACIÓN DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE PESQUERÍAS EN EL MEDITERRÁNEO	11-15 Sep. 00	Fuengirola	IAMZ/IEO/ FAO-COPEMED
	CAMBIO CLIMÁTICO: EFECTOS SOBRE LA AGRICULTURA EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	25-29 Sep. Sep. 00	Zaragoza	IAMZ/RICAMARE
	*ORDENACIÓN RURAL EN FUNCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	2 Oct. 00/8 Jun. 01	Zaragoza	IAMZ
	ECONOMÍA DE LOS RECURSOS NATURALES	12-23 Mar. 01	Zaragoza	IAMZ
	ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS EFECTOS DE LA SEQUÍA EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA: MÉTODOS DE PREVISIÓN Y PLANES DE EMERGENCIA	21-25 Mayo 01	Rabat	IAMZ/IAV Hassan II
COMERCIALIZACIÓN	*MARKETING AGROALIMENTARIO	4 Oct. 99/9 Jun. 00	Zaragoza	IAMZ
	GESTIÓN DE LA CALIDAD. NUEVOS CONCEPTOS Y SU APLICACIÓN EN EL MARKETING AGROALIMENTARIO	16-27 Oct. 00	Zaragoza	IAMZ
	LA LOGÍSTICA AGROALIMENTARIA MODERNA. ADAPTACIÓN ESTRATÉGICA FRENTE A LOS CAMBIOS DE MERCADO	20-24 Nov. 00	Zaragoza	IAMZ
	LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL COMERCIO Y SU IMPACTO EN EL MARKETING INTERNACIONAL AGROALIMENTARIO	5-9 Feb. 01	Zaragoza	IAMZ/OMC
	MARKETING DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN FRESCO	7-18 Mayo 01	Zaragoza	IAMZ
	EL COMERCIO ELECTRÓNICO. IMPACTO Y DESARROLLO FUTURO EN LA COMERCIALIZACIÓN AGROALIMENTARIA	11-15 Jun. 01	Zaragoza	IAMZ

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

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 00-01; 02-03
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 01-02; 03-04
- PRODUCCIÓN ANIMAL: 99-00; 01-02; 03-04
- ACUICULTURA: 99-00; 01-02; 03-04
- ORDENACION RURAL EN FUNCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 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 Mejora Genética Vegetal y Ordenación Rural en Función del Medio Ambiente finaliza el 15 de Mayo 2000. El plazo de inscripción para los cursos de Producción Animal, Marketing Agroalimentario y Olivicultura y Elaiotecnia finaliza el 15 de Mayo 2001. El plazo de inscripción para el curso de Acuicultura finaliza el 30 de Junio 2001.

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

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

Para mayor información dirigirse a:

Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza

Apartado 202 - 50080 ZARAGAOZA (ESPAÑA)

Teléfono 976 716000 - Fax 976 716001 - e-mail iamz@iamz.chieam.org

Web http://www.iamz.chieam.org

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

http//www.iamz.ciheam.org

INSCRIPCIÓN EN AIDA

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

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

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

Dirección postal .....

Teléfono .....

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

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

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

Atentamente,

Firmado:

BANCO O CAJA DE AHORROS: .....

SUCURSAL: .....

DIRECCIÓN CALLE/PLAZA: ..... N.º .....

CÓDIGO POSTAL: .....

POBLACIÓN: .....

INFORMACIÓN PARA AUTORES

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

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

CONDICIONES GENERALES

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

RECOMENDACIONES EN LA PREPARACIÓN DE LOS ORIGINALES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

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

(3) GAMBORG O.L., 1984. Plant cell cultures: nutrition and media, pp. 18-26. En: Cell Culture and Somatic Cell Genetics of Plants. Vol. I, 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.° 3

ÍNDICE

Página

S. Godoy Avila, A. Palomo Gil, J.L. García Hernández.- Evaluación de variedades transgénicas de algodonero (*Gossypium hirsutum* L.) resistentes a gusano rosado (*Pectinophora gossypiella* S.) I. Rendimiento. 157

Y.I. Chew Madinaveitia, J. Santamaría César.- Estimación de pérdidas por la pudrición de la corona de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) en la comarca Lagunera (norte de México) 165

J. de J. Espinoza Arellano.- Competencia entre México y países de América Central en los mercados estadounidenses de melón y sandía 173

S.C. Calvo, G. Bergamín, C.F. Lara, P. Sander.- Impacto socioeconómico y ambiental del monocultivo del algodón. Un enfoque integral para un estudio de caso (Chaco) 185

M.A. Sanz, A. Blanco, J. Val.- Inhibición del crecimiento de plantas de tomate por la deficiencia inducida de calcio 207