

NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL CONTROL DEL «TIPBURN» (NECROSIS MARGINAL DE LOS COGOLLOS) EN LECHUGAS. RESUMEN DE ENSAYOS REALIZADOS EN LA COMARCA DEL BAIX PENEDÉS

LÁZARO AÓS OBISPO
Especialista en Horticultura-IRTA

COLABORADORES:
ANTÓN BALLVÉ (SPV, Tarragona)
JOSEP MIRALL (ADV, Baix Penedés)
MANEL ARAGAY (Laboratori Agrari del DARP)
CARLES MATAS (ADV, Cambrils, Baix Camp)
MARIAN MOLINERO (ADV, Mont-Roig)

RESUMEN

Durante los años 1994 y 1995, el **Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries**, (IRTA), en colaboración con el **Servei de Protecció dels Vegetals** de Tarragona, y un equipo de técnicos de las ADV de las comarcas del Baix Penedés y del Baix Camp, ha llevado a término, en la primera de dichas comarcas, una serie de campos experimentales en cultivo de lechuga, dirigidos a probar la eficacia, aislada o combinada, de nuevas tecnologías para el control de la **nerosis marginal de los cogollos o «tipburn»**.

Estas innovaciones tecnológicas consisten en:

- a) La aplicación de fitoreguladores al plantel (unos días antes del trasplante).
- b) La introducción de modificaciones en la aplicación del riego por aspersión.
- c) La experimentación de cultivares de nueva obtención, de buenas características agronómicas y comerciales, y con baja receptividad al «tipburn».

Los resultados obtenidos han hecho patente la eficacia de estas tecnologías (que son compatibles y complementarias), auspiciando la posibilidad de ampliar el calendario de plantación y recolección de los cultivares de lechuga romana de tipo «Valladolid» (Pucelona, Aitana, Cabezo, Odra, etc.), y también de la «Romana larga del Prat» (muy apre-

ciadas en los Mercados de Cataluña), hasta el presente muy limitado por la alta sensibilidad al «tipburn» mostrada por estos cultivares.

INTRODUCCIÓN

La necrosis marginal de los cogollos o «tipburn», es una fisiopatía ampliamente difundida, que puede afectar a diversos cultivos hortícolas: **lechuga, escarola, col, brócoli, col china, fresón**, etc.

Una fisiopatía similar, el «blackheart» o «corazón negro», se presenta con frecuencia en los cultivos de **apio**.

En lechuga, todos los tipos varietales son afectados (Romana, Trocadero, Batavias, «Iceberg», etc.), pero con sensibilidad o receptividad varietal, muy diferenciada. Pero esta receptividad *puede modificarse profundamente* en función del clima, tipo de cultivo, fertilización, aparición de problemas de salinidad, incidencia de agentes contaminantes, etc.

Los síntomas se manifiestan habitualmente a partir del inicio del acogollado, afectando a las hojas interiores en crecimiento, normalmente a partir de la 18ª-24ª hoja. El proceso se inicia a partir de una pequeña franja u orla, marginal o apical, donde se aprecia una decoloración.

El tejido foliar afectado se oscurece y finalmente se necrosa, adquiriendo un color negro. Los síntomas tienden a extenderse, a veces muy rápidamente, sobre las hojas afectadas, progresando hacia las interiores. Ocasionalmente un ataque leve puede detenerse, adquiriendo las hojas afectadas un abullonado característico, al proseguir un crecimiento. *Pero normalmente el ataque sigue progresando hasta la recolección, y a menudo se acompaña de graves infecciones secundarias causadas por hongos (Botrytis, Sclerotinia), o bacterias (Xantomonas), que destrozan totalmente los cogollos.*

En cualquier caso, cuando se presenta un ataque de «tipburn», por mínimo que sea, tenemos el valor de una cosecha amenazado, ya que el daño puede ir en aumento, incluso en el período de post-cosecha, hasta que la lechuga llega al consumidor. Y el daño estético siempre es muy apreciable.

Causas

En las comarcas del litoral y pre-litoral catalán, el período de máxima incidencia de «tipburn» comienza hacia final de abril (afectando en consecuencia a trasplantes realizados a partir de mediados de febrero), y puede llegar hasta final de agosto.

La lechuga tiene una gran sensibilidad a las variaciones coincidentes en primavera, en la **temperatura, intensidad de la radiación luminosa, y alargamiento del fotoperíodo**, que estimulando su metabolismo, aceleran el ritmo de crecimiento y acogollado, reduciéndose progresivamente la duración del período vegetativo.

Este aumento del metabolismo se traduce en un marcado incremento en la producción de **materia seca**, lo que significa que la planta ha de mantener un potencial elevado en su **flujo de transpiración** (que transcurre durante el día), y su **flujo de presión radicular o de translocación**, que sucede y complementa al anterior, durante las horas nocturnas.

Las condiciones climáticas (temperatura, higrometría, vientos), tan cambiantes durante la primavera y verano, pueden ser alternativamente favorables o desfavorables, tanto al flujo transpiratorio, como al de translocación o presión, pudiendo determinar por sí solas, un desequilibrio fisiológico que origine el inicio de un ataque de «tipburn».

CAUSAS GENERALES		CAUSAS ESPECÍFICAS	
DESEQUILIBRIOS TRANSPIRATORIOS		Higrometría elevada persistente durante el día (desfavorable al flujo transpiratorio)	
		Higrometría baja nocturna persistente (viento seco) (desfavorable al flujo de presión radicular)	
ESTRÉS HÍDRICO		Programación no adecuada de los riegos Incrementos súbitos de evapotranspiración	
ALTERACIONES NUTRICIONALES		Desequilibrios iónicos entre:	CALCIO FÓSFORO POTASIO MAGNESIO NITRÓGENO BORO
		Abonado mineral no equilibrado	
SALIDAD	agua	(Riesgo) Aguas de más de 2 dS de conductividad	
	suelo	" Suelos " " 3 dS " "	
INSUFICIENCIA SISTEMA RADICULAR		Suelo compactado (efecto maquinaria, riegos, etc.)	
		Enfermedades del sistema radicular	
		Aportación tardía de abono amoniacal	
		Retardar el trasplante (plantel caduco)	
		Déficit grave de materia orgánica Efecto tóxico de iones contaminantes	

Pero hay diversas causas, de orden cultural y nutricional, además del climático, que en el contexto de la situación anterior (de elevado metabolismo y crecimiento acelerado), son también determinantes de la aparición e intensidad de la enfermedad, en función de la diferente sensibilidad varietal (véase esquema).

Por otra parte existe una correlación entre la producción de materia seca y los niveles de calcio en los tejidos foliares de la lechuga: éstos tienden a disminuir, especialmente en los cogollos, al incrementarse los niveles de materia seca, pudiendo inducir un debilitamiento en la estructura celular, que algunos investigadores relacionan con la aparición del «tipburn».

MATERIAL Y MÉTODOS

Plan de experimentación

Durante el trienio 1993-1995 se ha desarrollado un plan de experimentación de métodos preventivos del «tipburn» de la lechuga, fundamentado en tres estrategias:

- Intentar reducir o retardar el **ritmo de crecimiento** de la lechuga mediante la aplicación de productos fitorreguladores.
- **Prevenir los desequilibrios hídricos y/o transpiratorios**, modificando la programación de los riegos y la tecnología de la aspersión convencional.
- Proseguir la experimentación (iniciada en años anteriores en diversas comarcas catalanas), con **cultivares alternativos de Romana, de menor receptividad al «tipburn»**, adaptables al período primaveral (incluso estival), y que puedan tener buena apreciación comercial.

De este plan surgieron una serie de ensayos realizados en las comarcas del Baix Llobregat, el Vallés Oriental y el Baix Penedés. Destacaremos los realizados, durante dos años, en esta última comarca.

Ensayos de aplicación de fitorreguladores

Se han llevado a cabo dos experiencias en BELLVEI del Penedés, en la finca del Sr. **Manel Jové**, durante la primavera de 1994 y 1995.

El planteamiento ha consistido en probar el efecto diferido de la aplicación de determinados productos, retardantes de la vegetación, sobre las plántulas de tres cultivares de lechuga romana, de distinta sensibilidad al «tipburn», *aplicando un único tratamiento en el plantel, dentro del semillero, en unas condiciones estrictas y predeterminadas (estado vegetativo, dosis, momento y forma de aplicación, etc.)*.

AÑO	FITORREGULADOR	DOSIS PROBADAS	CULTIVARES	OBTENTOR
1994	DAMINOZIDA 85% (B-NINE)	3 y 6 g/l	ROMA LLARG	(Autóctona)
	PACLOBUTRAZOL (CULTAR)	0,6 l 1,2 cc/l	CABARET	Petoseed
	TESTIGO sin tratamiento	-	PISUERGA	Sem. Batlle
1995	DAMINOZIDA 85% (B-Nine)	14 g/l	ROMA LLARG	(Autóctona)
	PACLOBUTRAZOL (CULTAR)	1 cc/l	BENIVAL	Sluis Groot
	B-Nine + Cycocel extra	7 g + 2,5 cc	PISUERTA	Sem. Batlle
	TESTIGO sin tratamiento	-		

Los fitorreguladores probados han sido el **B-NINE**, a base de 85% de **Daminozida**, a dosis de 3/6/14 gramos por litro, el **CULTAR**, producto con un 25% de **Paclobutrazol**, a las dosis de 0,6/1/1,2 cm cúbicos por litro, y una mezcla de **daminozida** y **Cloromequat** (1995).

Estos productos se han experimentado sobre tres cultivares de Romana, de moderada, alta y extrema sensibilidad al «tipburn», respectivamente.

En el ensayo correspondiente a 1995, se ha eliminado el cultivar CABARET, de moderada sensibilidad a la fisiopatía, pues, aun reuniendo buenas características agronómicas y comerciales, resultó ser demasiado receptiva al virus del bronceado (TSWV). Fue sustituida por BENIVAL (SG-3815), manteniendo los otros dos cultivares, de los cuales, PISUERGA (tipo Valladolid muy precoz); es la más sensible a «tipburn».

El plantel de todos los ensayos se ha obtenido en las instalaciones de «Mas Pastoret», de los hermanos Juan y Ángel Cañellas, de Torredembarra (Tarragona), donde han sido realizados los tratamientos de fitoreguladores.

AÑO	FECHA DE SIEMBRA	TRATAMIENTO	TRASPLANTE	COSECHA
1994	7 de marzo	11 de abril	22 de abril*	10-14 junio
1995	21 de febrero	30 de marzo	6 de abril	30 de mayo

* Retrasado por las lluvias.

El diseño experimental ha sido factorial de 2 factores, totalmente aleatorizados en bloques al azar, con cuatro repeticiones. Las unidades experimentales son de 36 plantas (1994), y 40 plantas (1995), adoptando un marco de 50 x 33 (densidad de 6,06 p por m²). Se trasplanta en tierra llana, regando por aspersión convencional de impacto, con separación de líneas de aspersores a 11 metros.

Las características del suelo corresponden a una textura franco-arenosa, con un alto índice de materia orgánica (3,55%), procedente del abonado casi exclusivamente orgánico, y muy rico en fósforo asimilable y potasio. La capacidad de intercambio catiónico es de 15,8 meq/100 gramos (según datos del Laboratorio Agroalimentario del D.A.R.P.).

Ensayos de tecnología de riego combinada con aplicación de fitoregulador

Se han llevado a cabo en la localidad de L'ARBOÇ del Penedés, en la finca «Esplanes», siendo el agricultor colaborador el Sr. **Josep Montserrat**, y también durante la primavera, algo más avanzada que en los de Bellvei. Nos limitaremos a comentar el ensayo correspondiente al año 1995, ya que el del año anterior fue muy afectado por la incidencia del virus de bronceado, dificultando en varias parcelas las evaluaciones de incidencia de «tipburn».

El planteamiento consistió en probar el efecto de tres sistemas o métodos diferentes de aplicación del riego por aspersión, combinado aleatoriamente con la aplicación o no aplicación de un solo fitoregulador, sobre la incidencia de «tipburn» en tres variedades de distinta sensibilidad.

En consecuencia se adoptó el diseño factorial mixto de tres factores.

1. Sistema o método de riego
2. Cultivar
3. Con o sin aplicación de Cultar

en que (2) y (3) son subtratamientos de (1) y están cruzados entre sí. Este diseño, que se corresponde con el programa FAMIX-3 de Eugenio Vives, genera una serie de interacciones, que en algunos casos son significativas, **permitiendo detectar posibles e interesantes efectos, tanto sinérgicos como antagónicos.**

Para llevarlo a cabo se ha escogido una amplia y uniforme parcela, que se divide entres sectores separados (para eliminar interferencias), y que corresponden a las tres varian-tes del primer factor (sistema o método de riego).

El primer sector, que denominaremos ACD, se riega por aspersión convencional de impacto, con aspersores distribuidos a 12×11 metros, que proporcionan un caudal de 1.360 litros/hora (a 3,5 atmósferas). Los riegos se han dado a criterio del agricultor y siempre durante las horas matinales.

El segundo sector, separado del anterior por una amplia zona de bordura, se identifica con las siglas ACN, y también se riega por aspersión convencional, inicialmente igual que el sector anterior, pero a partir de los 30 días de trasplante, los riegos son nocturnos. Durante la fase de acogollado (27 de mayo-13 de junio), el riego se fracciona cada noche en 3 períodos o «pulsos» de 10 minutos, que se aplican a intervalos de 90 minutos, a partir de las 20:30 horas.

El tercer sector, que corresponde a las siglas MAN, se riega por un sistema de mini-aspersión, que proporciona una distribución más uniforme del agua, y también un tamaño más pequeño de gota. Los aspersores, que se distribuyen a $6 \times 6,5$ metros, son de bola de impacto (sistema LEGO), boquilla del nº 2, dando un caudal efectivo de 200 litros hora cuando trabajan a 1,8 atmósferas de presión (a presiones superiores el aspersor puede desprenderse del soporte). La programación de los riegos se hace igual que en el sector anterior. Lógicamente la duración de los riegos es mayor.

En el gráfico 1 se pueden apreciar las diferencias de programación entre los tres sectores.

Durante los 30 días siguientes al trasplante (19 de abril), los riegos se han programado igual para los tres sectores. A partir del 19 de mayo, se comienzan a marcar las diferencias entre ACD (que recibió 9 riegos hasta la cosecha), y los sectores ACN y MAN, que recibieron los riegos diariamente (con la excepción de 2 días en el pre-acogollado). Una semana más tarde es cuando comienzan a fraccionarse los riegos entre las 20:30 horas y la medianoche, buscando el mantener una higrometría favorable a los flujos de translocación en las primeras horas nocturnas, factor muy importante cuando las temperaturas al atardecer superan los 22 °C. y/o las higrometrías son inferiores al 60-65%.

La programación de los riegos se automatizó en los tres sectores, instalando en cada uno la electroválvula correspondiente, conectada a un programador AGRONIC. Esta automatización hace fácil y segura la realización de todos los riegos.

El balance hídrico global ha sido igual para los sectores ACD y MAN (250 litros por m^2), y ligeramente superior en ACN (272 litros), sin contar el agua aportada por las lluvias.

El diseño de este ensayo, que consta de 54 unidades experimentales (tres repeticiones por sector), cada una de $28 \times 4 = 72$ plantas, a un marco de 50×35 cm), se resume en el siguiente esquema:

SECTORES (3) \times SUBTRATAMIENTOS (6)

ACD. Aspersión convencional, riego de día	ROMALLARG	TESTIGO APLIC. «CULTAR
ACN. Aspersión convencional, riego de noche	BENIVAL (SG-3815)	TESTIGO APLIC. «CULTAR»
MAN. Mini-aspersión, riego de noche	PUCELONA	TESTIGO APLIC. «CULTAR»

Entre los cultivares, a PUCELONA, cv. de tipo «Valladolid», le corresponde la mayor (extrema) sensibilidad a «tipburn», y a BENIVAL, la menor.

La siembra del semillero se hizo el 8 de marzo; la aplicación de «CULTAR», el 11 de abril. Se transplantó el 19 de abril de 1995, y la cosecha se hizo escalonadamente, entre los días 8, 13 y 20 de junio. (La duración del ciclo vino condicionada por la aplicación o no del «CULTAR»).

Este ensayo se hizo en un terreno de textura franco-arenosa, con buen contenido en materia orgánica (2,4%), un pH de 8,1, rico en fosfórico y muy rico en potasio (700 p.p.m. de K⁺), con una capacidad de intercambio catiónico de 9,3 meq/100 gr, según datos del Laboratorio Agroalimentario del D.A.R.P.

Controles

Las evaluaciones de incidencia de «tipburn» se han hecho examinando, uno por uno, todos los cogollos de lechuga de cada parcela y cada bloque, en todos los ensayos, de uno a tres días antes de iniciarse las cosechas correspondientes, mediante un equipo evaluador formado por 5 técnicos, siempre los mismos, asignando una notación de 0 a 3 puntos, según el grado de ataque. **El tanto por cien de ataque** de cada parcela se ha calculado aplicando la fórmula de **Townsend i Harvard** al conjunto de notaciones de cada parcela.

También se han controlado, en cada parcela elemental, el número de plantas comerciales (% de aprovechamiento), y los parámetros unitarios de **peso, perímetro y largura** de las lechugas acogolladas, aplicando en cada caso el análisis factorial de la varianza a los datos obtenidos.

Se han controlado también las **incidencias del virus del bronceado (TSWV)**, excluyendo de las evaluación de «tipburn» todas las plantas que presentaban síntomas apreciables de este virus.

En el ensayo de L'Arboç se procedió a un muestreo de los 18 tratamientos, tomándose muestras de hojas de la periferia y del cogollo de las lechugas muestreadas, que posteriormente fueron analizadas por el Laboratorio Agroalimentario del D.A.R.P. (ver anexo).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados primer ensayo de Bellvei (año 1994)

El período de cultivo (22 abril-14 junio) correspondió a una primavera relativamente calurosa (temperatura media del período = 19,2 °C), con 6 días de precipitación, poco importante, en el primer mes. Predominio del tiempo soleado en las dos semanas finales, con higrometrías en general normales. En este ensayo la incidencia de «tipburn» ha sido bastante moderada en «ROMA LLARG», pero en PISUERGA llegó a ser alta. CABARET, de ciclo más largo que las anteriores, no se pudo evaluar por estar afectada de virus TSWV, que se presentó poco antes del acogollado.

En el cuadro 1 podemos apreciar que B-NINE, a la dosis de 3 y 6 gramos por litro, ha tenido efectos poco relevantes en la disminución de incidencia de «tipburn». La **Daminozida**, materia activa de este producto (que se manifestó eficaz a estas dosis en ensayos de

investigación realizados en col china, en ambiente controlado, en Bet Dagan, Israel), parece mostrarse menos activa en la lechuga romana, requiriendo tal vez dosis superiores.

Por contra, la aplicación de CULTAR se ha mostrado eficaz a las dos dosis probadas, siendo plenamente significativa esta eficacia en el cultivar PISUERGA.

No se apreciaron síntomas aparentes de estrés en ninguno de los tratamientos. *En cambio ha mejorado apreciablemente, en este ensayo, el acogollado, así como la simetría y configuración de los cogollos en ROMA LLARG, como respuesta a la aplicación de CULTAR.*

El peso unitario y las medidas de los cogollos no han sido afectadas de forma significativa, por ninguno de los tratamientos.

Resultados segundo ensayo de Bellvei. Año 1995

Este ensayo se ha efectuado en un período primaveral de temperatura más fresca que el ensayo precedente, la media de los 55 días de duración de este trasplante no alcanza apenas los 16 °C (15,9), siendo la de todo el mes de mayo de 17,7 °C, notablemente más baja que la del año anterior (19,1 °C). Un período de muy bajas presiones barométricas, entre el 9 y el 20 de este mes, trajo precipitaciones seguidas de vientos muy secos, que en el período 12-13-14 dio mediciones de higrometría inferiores al 40 por ciento durante **dos noches seguidas**. *Esta circunstancia pudo muy bien ser la determinante del inicio de ataque de «tipburn», por coincidir con el principio del acogollado, tal como se ha señalado en el resumen de las causas.*

Este ha sido el ensayo donde la incidencia de «tipburn» ha alcanzado niveles más altos en las parcelas testigo. Por otra parte, la interacción o efecto combinado de los fitorreguladores con cada uno de los tres cultivares experimentados *ha sido muy contrastada y significativa*, definiendo, o bien unas sinergias, o bien unos antagonismos notables, tal como se puede apreciar en el cuadro 2.

La columna «% piezas sin tipburn», establece la proporción entre lechugas sanas, comerciales, y el total de plantas que en el momento de la cosecha, no estaban afectadas de virus TSWV.

En los tres cultivares ensayados, la aplicación de CULTAR ha mostrado una **clara sinergia** en la reducción de ataque, que en ROMA LLARG y BENIVAL, llega prácticamente a desaparecer, mientras que en PISUERGA se ha reducido a un nivel mínimo.

No obstante, los tres cultivares han acusado un **estrés vegetativo**, a partir del trasplante. Tras un «parón» de unas dos semanas, todas las plantas han retomado su ritmo de crecimiento, recuperando parcialmente el retraso. De todos modos, una parte de las lechugas (alrededor del 25 por cien en este ensayo), tratadas con este producto, han reaccionado con más lentitud, con un **acusado retraso o incluso inhibición del acogollado**, lo cual ha repercutido en una **disminución del aprovechamiento**, ya que la cosecha no se pudo escalonar ni retrasar, al hacer su aparición los problemas viróticos.

El efecto del **B-NINE (Daminozida)**, que se probó a dosis más alta que el año anterior, ha sido muy diferente en cada cultivar en PISUERGA ha sido negativo, provocando incluso un aumento de incidencia respecto al testigo. Por el contrario, BENIVAL ha reaccionado muy favorablemente a la misma dosificación, obteniéndose **el más alto porcentaje de aprovechamiento de todo el ensayo**. En cuanto a ROMA LLARG, el resultado también ha sido positivo y significativo, pero no se ha logrado reducir el ataque a un nivel asumible económicamente.

En todos los casos, el B-NINE no ha tenido el más mínimo efecto estresante, ni ha causado ningún retraso acusable en la vegetación. Como efecto secundario, en este caso favorable, se apreció que en BENIVAL *modificó espectacularmente el color de las hojas, que se tornó un verde medio oscuro intenso, uniforme y atractivo, presentando un aspecto totalmente diferente al testigo.*

En ROMA LLARG, la aplicación del CULTAR ha dado una reacción similar, aunque menos acusada.

La tercera formulación, mezcla de B-NINE más CYCOCEL (producto a base de Cloromequat), ha tenido un efecto de **antagonismo**, llegando a aumentar la incidencia media de tipburn en BENIVAL y PISUERGA, respecto a los testigos.

Respecto a los parámetros de **peso unitario** y **perímetro unitario**, las lechugas tratadas con CULTAR han experimentado una ligera disminución, debida al retraso en el acogollado a que nos hemos referido.

No sabemos el motivo por el que el CULTAR, habiendo usado una dosis ligeramente inferior a la más alta que se probó el año anterior, haya provocado estrés post-trasplante cuando en 1994 no lo hizo. La metodología y condiciones en la aplicación fueron las mismas, la diferencia puede ser que en el año anterior transcurrieron once días del tratamiento hasta el trasplante (que se tuvo que diferir a causa de unas lluvias), mientras que en 1995 el lapso fue de una semana solamente.

En la figura nº 2 se puede apreciar el efecto combinado de la interacción de cada cultivar con las distintas formulaciones, que se refleja tanto en las variaciones de ataque de «tipburn», (*gráfico lineal*) como en los diferentes aprovechamientos obtenidos en cada caso (*gráfico de columnas*).

Resultados ensayo de L'Arboç. Año 1995

Las condiciones climáticas correspondientes a este ensayo, cuyo trasplante se hizo dos semanas más tarde que el anterior, son bastante similares, si bien la temperatura media del período de cultivo se sitúa en los 17 °C. La fase de acogollado se inicia hacia el 25 de mayo, y en este período se registran temperaturas relativamente suaves (la media del 1-12 de junio fue 18,8 °C), con algunas precipitaciones entre los días 8 y 15 de este mes, acompañadas de higrometrías elevadas y persistentes algunos días.

En estas condiciones las incidencias de «tipburn» han sido moderadamente altas en los cultivares sensibles (ROMA LLARG y PUCELONA), y de poca relevancia en el cultivar BENIVAL.

En este ensayo, al haber combinado aleatoriamente tres factores experimentales, se general unas **interacciones dobles** o efectos combinados, que conviene considerar previamente al análisis de los resultados globales.

- a) Interacción Sistema de riego × Aplicación de Cultar (figura 3)
- b) Interacción Sistema de riego × Cultivar (figura 4)
- c) Interacción Cultivar × Aplicación de Cultar (figura 5)

Respecto a la distinta respuesta al ataque de «tipburn», el análisis estadístico ha detectado que, en los casos b) y c) las interacciones han sido **muy significativas**, o sea que, en la serie de respuestas se detectan en unos casos, **sinergismo**, y en otros **antagonismos**.

En el caso de la interacción a), el análisis no detecta significación, lo cual significa que el efecto intrínseco de la aplicación del CULTAR es independiente de la metodología de riego que se haya adoptado.

CUADRO DE INTERACCIONES DOBLES. Ensayo de L'Arboç

EFECTO APLIC CULTAR	SIST. DE REG	EFECTO	INTERACCIÓN	VARIEDAD
		ROMA LLARG	BENIVAL	PUCELONA
POSITIVO	ACD	(IGUAL QUE ACN)	POCO SIGNIFICATIVO	ANTAGONISMO
POSITIVO	ACN	(IGUAL QUE ACD)	POCO SIGNIFICATIVO	SINERGISMO
POSITIVO	MAN	SINERGISMO	POCO SIGNIFICATIVO	ANTAGONISMO
	EFECTO APLIC. CULTAR	SINERGISMO	POCO SIGNIFICATIVO	SINERGISMO

En las interacciones b) y c), lógicamente, el factor más significativo ha sido el varietal, quedando perfectamente diferenciadas las distintas sensibilidades, destacando la baja incidencia de «tipburn» en BENIVAL.

Hay que tener presente que la cosecha de las parcelas tratadas con CULTAR, se ha hecho en este ensayo una semana más tarde que en las no tratadas, prolongándose hasta el día 13 de junio en PUCELONA, y hasta el 20 de junio en ROMA LLARG. Unas fechas que dan un valor añadido a unos resultados alcanzados en **cultivares muy sensibles, en unas condiciones de máxima receptividad al «tipburn».**

En el cuadro 3, así como en la figura 6, se reflejan todos los resultados alcanzados en cada uno de los 18 tratamientos del ensayo, correspondientes a la triple interacción

sistema de riego × cultivar × aplicación o no apl. de Cultar

En este cuadro queda bien manifiesta la reducción del ataque de «tipburn», conseguida con la aplicación de CULTAR, y que ha sido muy significativa en PUCELONA y ROMA LLARG. *Esta diferencia ha sido más acusada en los sectores ACN y MAN, que en el sector ACD, en que se aplicó la metodología convencional del riego por aspersión.*

También se hace patente que, en ACN y MAN, se ha registrado una reducción global, respecto al sector ACD, de la incidencia de «tipburn» independientemente de que se haya tratado o no con el fitorregulador. Estas diferencias son consecuencia del sinergismo detectado por el análisis estadístico entre los cultivares PUCELONA (con sector ACN), y ROMA LLARG (con sector MAN), y *sugieren un efecto favorable de la metodología de aplicación del riego, por aspersión (diario y fraccionado, aplicado a partir del atardecer), sobre los fenómenos transpiratorios y los flujos de savia, durante el período en que se ha aplicado esta metodología.*

Por lo que respecta a la sensibilidad varietal, BENIVAL, cultivar de nueva obtención, se ha manifestado como un cultivar muy tolerante, registrando unas incidencias míni-

mas en todos sus tratamientos. Este cultivar, morfológicamente parecido a ROMA LLARG (aunque de hoja un poco más clara), estimamos que podría llegar a tener una buena apreciación en los mercados donde se aprecia este último, ya que tiene una buena textura y *es capaz de producir cogollos largos y de calidad en pleno mes de junio, cuando otros cultivares desmerecen notablemente al venir el calor.*

También se han anotado en el cuadro, los parámetros de **peso unitario y perímetro unitario**, de las lechugas, obtenidos en cada caso. Observaremos que la aplicación de CULTAR ha tenido un efecto secundario favorable y significativo en PUCELONA, que también se aprecia, aunque más débilmente, en BENIVAL. Por contra en ROMA LLARG se ha observado una ligera disminución de estos parámetros, que no llega a ser significativa.

Globalmente, ha correspondido al sector MAN la obtención de las lechugas de mejor calidad, con los valores unitarios más destacados, apreciándose *un significativo incremento en los valores de perímetro unitario de los cogollos* (ver figura 7). Este resultado sugiere que la más uniforme distribución del agua, obtenida con la mini-aspersión de bola de impacto, junto con el menor tamaño de las gotas, puede proporcionar, además de un satisfactorio control de «tipburn», una estimable mejora cualitativa.

CONCLUSIONES

Aplicación de fitorreguladores

La aplicación experimental controlada de productos fitorreguladores, efectuada pocos días antes del trasplante, se ha revelado, a través de una serie de ensayos realizados en dos años consecutivos, como un método **viable y eficaz** para reducir los ataques de «tipburn», en cultivares de lechuga romana sensibles, que permitiría reducir el riesgo de incidencia, incluso en primavera avanzada, a unos límites tolerables y económicamente asumibles. *(Tales productos, no obstante, en la actualidad no están autorizados para dicha aplicación.)*

El interés práctico de esta metodología puede residir en **potenciar y mejorar la calidad, y en ampliar la presencia en el mercado** (primavera, final de verano, otoño e invierno), de **variedades de gran interés comercial** en algunas Comunidades, como son «ROMA LLARG» y los diferentes cultivares de tipo «Valladolid» (PUCELONA, AITANA, CABEZO, ODRA, PISUERGA, etc.), *que por su gran sensibilidad a esta fisiopatía, se ven sometidos a un calendario muy restringido de cultivo.*

A tal efecto, el CULTAR, producto comercializado con el 25% de Paclobutrazol, ha manifestado en estos ensayos, a las dosis experimentadas, una eficacia para el control del «tipburn» muy superior a las demás formulaciones a base de Daminozida (B-NINE, 85% m.a.). Esta eficacia se ha contrastado en cinco cultivares de lechuga Romana.

No obstante, la aplicación de este producto a las plántulas de lechuga, sería preciso realizarla con **sumo cuidado y estricta observación de unas condiciones previas** (estado vegetativo, temperatura e higrometría, dosificación y forma de aplicación, plazo de espera hasta trasplante, etc.), que de no tenerse en cuenta pueden dar resultados negativos. *Tener muy presente que el producto actúa en los meristemas, inhibiendo la producción de giberelinas, pudiendo provocar a las plantas un estrés transitorio.*

La eficacia del tratamiento con fitorregulador, previo al trasplante, dependerá del efecto retardante controlado que se consiga en el crecimiento y acogollado de las lechugas.

Si es excesivamente estresante, incidirá en una merma de aprovechamiento (incremento de plantas no acogolladas).

Si el efecto es débil, el tratamiento puede tener un resultado insuficiente en cuanto a la disminución de «tipburn».

Metodología del riego por aspersión

Existe una **interacción significativa** entre los tres sistemas de riego por aspersión contrastados, y la respuesta varietal al ataque de «tipburn». En el cultivar «**ROMA LLARG**» se ha comprobado un **sinergismo** (optimización de la respuesta) con el sistema de mini-aspersión, (MAN), empleando la metodología del riego nocturno y fraccionado ya expuesta.

En el cultivar **PUCELONA**, el sinergismo se ha detectado con la aplicación del sistema **ACN** (Aspersión convencional con riego nocturno y fraccionado). En cambio, el sistema **ACD** (Aspersión convencional con riegos periódicos matinales), ha dado una respuesta de **antagonismo** con este cultivar, al propiciar un ataque más intenso.

En el caso de **BENIVAL (SG-3815)**, cultivar de nueva obtención, no se han podido detectar antagonismos ni sinergismos, ya que las incidencias de «tipburn» han sido mínimas en todos los tratamientos.

Los tres sistemas de riego probados, en cambio, no han dado interacción significativa con la aplicación del **CULTAR**, según el análisis estadístico. *Se puede entonces concluir que el efecto positivo intrínseco de la aplicación de este producto en el control del «tipburn», es independiente del método de aspersión elegido (que interacciona no obstante con el cultivar).*

Desde un punto de vista global, han sido **ACN** y **MAN**, métodos ambos de aplicación de riego en forma fraccionada y diaria, a partir del atardecer, los que han probado tener, en relación al «tipburn», una eficacia superior a la metodología convencional de **ACD** (en que se han dado 8 riegos matinales durante el período final de 24 días).

Tolerancia varietal al «tipburn»

El cultivar de nueva obtención **BENIVAL**, ha sido ensayado en 1995 en dos localidades diferentes del Baix Penedés, presentando una baja incidencia en Bellvei, y muy baja o casi nula en L'Arboç, de ataque de «tipburn». Este cultivar ha sido el único de los ensayados que ha tenido una respuesta favorable a la aplicación del producto **B-NINE** como fitorregulador, controlando totalmente la enfermedad (Bellvei).

Este cultivar, morfológicamente similar a **ROMA LLARG**, aunque de color de hoja más claro, ha igualado en peso y perímetro unitario a este cultivar, mejorando incluso la largura de los cogollos, y tiene una buena textura. Ha demostrado adaptarse muy bien al cultivo de primavera avanzada en el Baix Penedés, como lo hizo en 1994 en el Baix Camp. Si mantiene sus buenas características genéticas, podría ser una opción a «**ROMA LLARG**».

Finalmente debe advertirse que el costo de la semilla de éste y otros cultivares de nueva obtención (**FRANCESCA**, **MORANTA**, etc.), es superior a las tradicionales.

ANEXO 1

Comentario sobre el análisis foliar

En el ensayo de L'Arboç se practicó, en el momento de las cosechas, un muestreo al azar de hojas exteriores y de los cogollos (por separado), correspondientes a plantas de cada uno de los 18 tratamientos ensayados.

El Laboratorio Agroalimentario del D.A.R.P. realizó, en cada una de las 36 muestras, el análisis de los siguientes parámetros:

Por el método volumétrico-visual	Nitrógeno (N)
Por colorimetría visual/ICP	Fósforo (P)
Por fotometría de llama/ICP	Sodio (Na)
Por gravimetría/ICP	Azufre (S)
Por absorción atómica/ICP	Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Boro (B)

Se han analizado estadísticamente y se han comparado las varianzas de estos parámetros. Por su interés comentaremos las medidas de los resultados analíticos correspondientes al CALCIO.

El coeficiente de variación de los datos correspondientes a los cogollos es del 6,97%.

Las diferencias de medias entre sistemas de riego son significativas ($F_{\text{calc}} = 6,32$ con una prob. de 0,06, para los niveles de cogollos). El menor nivel corresponde a la aspersión convencional (ACD), y el mayor al sistema ACN. Es interesante comparar los niveles de cogollos con los de hoja exterior: esta comparación demuestra que la *mayor proporción relativa* de Calcio la hallamos en el sistema MAN, sugiriendo una *posible mejor traslocación* en este sector.

Las diferencias de medias entre cultivares son significativas (en cogollos $F_{\text{calc}} = 7,37$ con una probab. de 0,05). El mayor nivel en cogollo corresponde a BENIVAL, y el menor corresponde al cv. PUCELONA, que paradójicamente lo da el más alto en hoja exterior. Si observamos de nuevo las proporciones relativas cogollo : hoja exterior, hallaremos una importante diferencia entre estos dos cultivares, que nos conduciría a la *hipótesis de mejor traslocación corresponde a menos ataque de «tipburn»*.

Las diferencias de medias entre los tratamientos con y sin CULTAR ofrecen una significación algo más dudosa ($F_{\text{calc}} = 5,27$ con una prob. de 0,08). Se da la paradoja de que, tanto en cogollo como en hoja exterior, los contenidos menores corresponden a la media de las parcelas en que se aplicó el fitorregulador, mucho menos atacadas de «tipburn».

BIBLIOGRAFÍA

- COLLIER, G. F. y TIBBITTS, Th. W., 1982: Tipburn of lettuce. Horticultural Reviews vol. 4: 49-65.
- COLLIER, G. F. y HUNTINGTON, V. C., 1983: The relationship between leaf growth, calcium accumulation and distribution and tipburn development, in field-grown butterhead lettuce. ScientiaHortic. 21: 123-128.

- YANAGHI, A.; BULLOCK, R. M. y CHO, J. J., 1983: Factors involved in the development of tipburn in crisphead lettuce in Hawaii. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108 (2): 234-237.
- COLLIER, G. F. y TIBBITTS, T. W., 1984: Effects of relative humidity and root temperature on calcium concentration and tipburn development in lettuce. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.* 109 (2): 128-131.
- LEE, Sang Eun y LIM, S. H. (Suwean, s. Corea) 1984: Studies on tipburn of chinese cabbage by ammonium toxicity. *Han'guk T'oyang Piryo Hakhoechi* 17 (4): 389-398 (abstract).
- ALONI, B.; PASHKAR, T. y LIBEL R. (Bet Dagal, Israel), 1986: The possible involvement of gibberellins and calcium in tipburn of chinese cabbage: Study of intact plants and detached leaves. *Plant Growth Regulation*, 4: 3-11.
- BARTA, D. J. y TIBBITTS, T. W. (Univ. of Wisconsin), 1986: Effects of artificial enclosure of young lettuce leaves on tipburn incidence and leaf calcium concentration. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.* 111 (3): 413-416.
- BAÑUELOS, G. S.; BANGERTH, F. y MARSHNER, H. (USDA Fresno, Agric. Res. Serv.) 1988: Basipetal auxin transport in lettuce and its possible involvement in acropetal calcium transport and incidence of tipburn. *J. Plant Nutr.* 11 (5).
- VAN BERKELN. (Naardwijk, Hol.), 1988: Preventing tipburn in chinese cabbage by high relative humidity during the night. *Netherlands Journal of Agric. Sci.* 36: 301-308.
- MAROTO, J. V.; PASCUAL, B.; ALAGARDA, J.; LÓPEZ GALARZA, S. y CEBOLLA, B. (ETSIA, Universidad Politécnica de Valencia), 1988: Incidencia del tipburn en cultivos protegidos de coles chinas y posibilidades de prevención con aplicaciones de abonos foliares ricos en calcio. *Actas del III Congreso de la S.E.C.H.*: 10-15.
- MAROTO, J. V.; LÓPEZ GALARZA, S. y PASCUAL, B. (et altres), 1990: El corazón negro del apio («Blackheart»). Incidencia en cultivo protegido primaveral tardío y posibilidades de su control. *Conselleria d'Agricultura i Pesca de la Generalitat Valenciana, Serie Divulgación Técnica, nº 15: 25-54.*
- AOS, L., 1991: Ensayos de tratamientos contra necrosis marginal o «tipburn», en variedades de lechuga romana en dos localidades. *Actas del XXI Seminario de Especialistas en Horticultura. Canarias: 159-180.*
- CRISWELL, G. C. (Rydalmere, Australia), 1991: Effect of lowering nutrient solution concentration at night of leaf calcium levels and the incidence of tipburn in lettuce. *Journal of Plant Nutr.* 14 (9): 913-924.
- BARTA, D. y TIBBITTS, T. W., 1991: Calcium localization in lettuce leaves with and without tipburn: Comparison of controlled environment and field-grown plants. *J. Amer. soc. Hort. Sci.* 116 (5): 870-875.
- AOS, L.; MAYNOU, M. y FARRELL, P., 1992: Assaig d'adobat nitrogenal en enciams. Efecte en producció i en incidència de «tipburn» (Com. Vallés Oriental). *Informació de r. intern.*
- AOS, L.; MIRALL, J. y VALLVE, A., 1993: Assaig de varietats d'enciam romá. Test d'avaluació de la sensibilitat varietal al tipburn. *Informació del S.E.A. del D.A.R.P.*
- GARCÍA MORATO, M., 1995: Plagas, enfermedades y fisiopatías de cultivo de la lechuga en la Comunidad valenciana. *Serie Divulgación técnica. Servicio de transferencia de tecnología agraria de la Generalitat valenciana, pp. 135-141.*

Cuadro 1

RESULTADOS ENSAYO FITORREGULADORES, 1994

CULTIVAR	FITORREGULADOR/DOSIS	% ATAQUE «TIPBURN»	% PIEZAS COMERCIAL.
ROMA LLARG	Testigo	15,0	62,5
	B-NINE, dosis 3 g/l	11,3	64,5
	B-NINE, dosis 6 g/l	13,8	62,5
	CULTAR, dosis 0,6 cc/l	8,1	77,7
	CULTAR, dosis 1,2 cc/l	11,0	70,4
PISUERGA	Testigo	44,6	15,4
	B-NINE, dosis 3 g/l	44,8	21,2
	B-NINE, dosis 6 g/l	36,7	25,7
	CULTAR, dosis 0,6 cc/l	15,2	58,5
	CULTAR, dosis 1,2 cc/l	16,0	61,7

Cuadro 2

RESULTADOS ENSAYO FITORREGULADORES, 1995

CULTIVAR	FITORREGULADOR Y DOSIS	% ATAQUE «TIPBURN»	EFFECTO INTERACCIÓN	% PIEZAS SIN TIPBURN
ROMA LLARG	Testigo	50,50	-	20,70
	CULTAR, 1 cc/l	0,70	Sinergismo	58,30
	B-NINE, 14 g/l	28,80	Sinergismo	40,90
	B. NINE + CCC*	46,10	-	28,10
BENIVAL	Testigo	12,90	-	71,40
	CULTAR, 1 cc/l	0,00	Sinergismo	68,10
	B-NINE, 14 g/l	5,80	Sinergismo	83,60
	B. NINE + CCC*	17,80	Antagonismo	60,20
PISUERGA	Testigo	64,50	-	6,40
	CULTAR, 1 cc/l	8,20	Sinergismo	65,90
	B-NINE, 14 g/l	71,70	Antagonismo	0,00
	B. NINE + CCC*	72,80	Antagonismo	3,50

* B-NINE (7 g/l) + Cycocel (2,5 cc/l).

Cuadro 3

RESULTADOS ENSAYO DE L'ARBOÇ, 1995

SISTEMA DE RIEGO	CULTIVAR T = Testigo R = tratam CULTAR	% ATAQUE «TIPBURN» (I. Townsend)	% PIEZAS SIN «TIPBURN»	PESO UNITARIO (kilos)	PERÍMETRO UNITARIO (cm)
ACD	ROMA LLARG T	30,20	44,70	1,35	52,50
	ROMA LLARG R	10,40	80,90	1,16	50,80
	BENIVAL T	2,20	91,20	1,12	53,00
	BENIVAL R	2,10	92,00	1,23	57,40
	PUCELONA T	37,10	36,80	0,92	45,40
	PUCELONA R	30,80	41,20	1,15	49,60
	Medias del Sector	18,82	64,50	1,16	51,40
ACN	ROMA LLARG T	32,10	46,60	1,18	53,10
	ROMA LLARG R	8,20	74,30	1,20	53,20
	BENIVAL T	1,90	93,70	1,28	54,70
	BENIVAL R	0,40	96,90	1,19	55,80
	PUCELONA T	25,20	44,00	0,97	46,30
	PUCELONA R	9,30	65,30	1,03	46,20
	Medias del Sector	12,85	70,10	1,14	51,60
MAN	ROMA LLARG T	18,50	56,20	1,36	55,50
	ROMA LLARG R	5,40	80,20	1,24	53,30
	BENIVAL T	0,95	95,90	1,25	56,80
	BENIVAL R	0,17	97,90	1,30	57,50
	PUCELONA T	41,80	21,20	0,99	48,40
	PUCELONA R	4,90	70,70	1,05	49,70
	Medias del Sector	11,96	70,30	1,20	53,50

Cuadro 4

NIVELES DE CALCIO OBTENIDOS
en % P/P s.m.s.

FACTORES	% Ca EN COGOLLOS	% Ca EN HOJA EXTERIOR
Media de Sist. Riego ACD	0,460	1,010
" " " ACN	0,530	1,160
" " " MAN	0,507	1,030
Media de cv. ROMA LLARG	0,488	1,023
" cv. BENIVAL	0,542	1,032
" cv. PUCELONA	0,467	1,148
Media trat. sin aplic. CULTAR	0,518	1,119
" " con aplic. CULTAR	0,480	1,017
MEDIA GENERAL	0,499	1,068

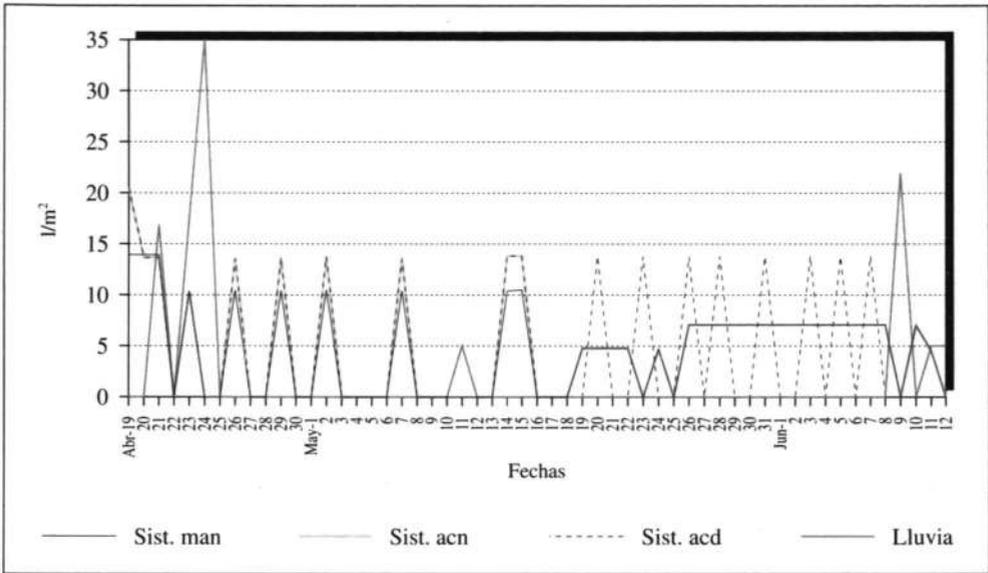


Figura n.º 1

ENSAYO DE L'ARBOC Programación de los riegos

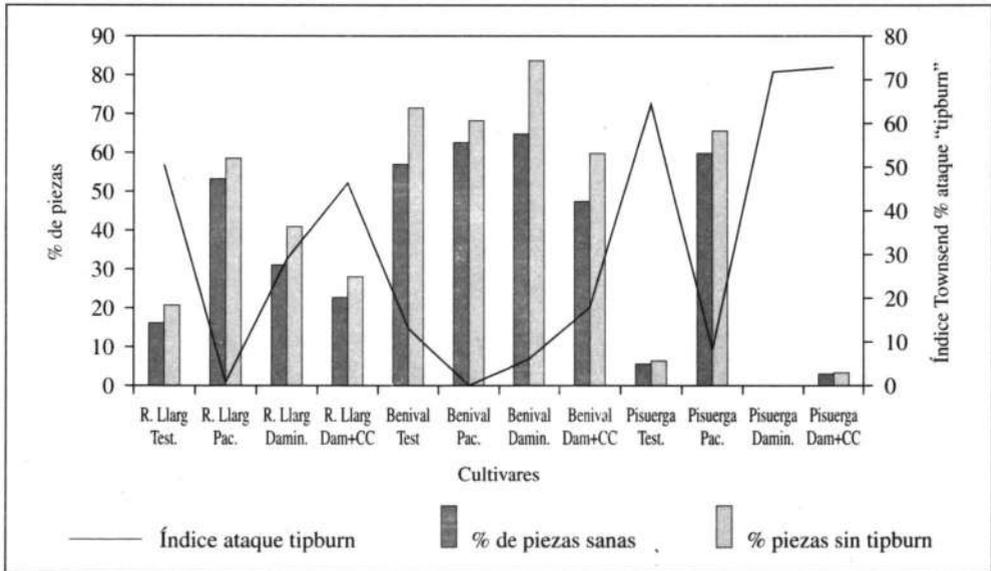


Figura n.º 2

EFFECTO COMBINADO CULTIVAR Y REGULADOR Ensayo de Bellvei, 1995

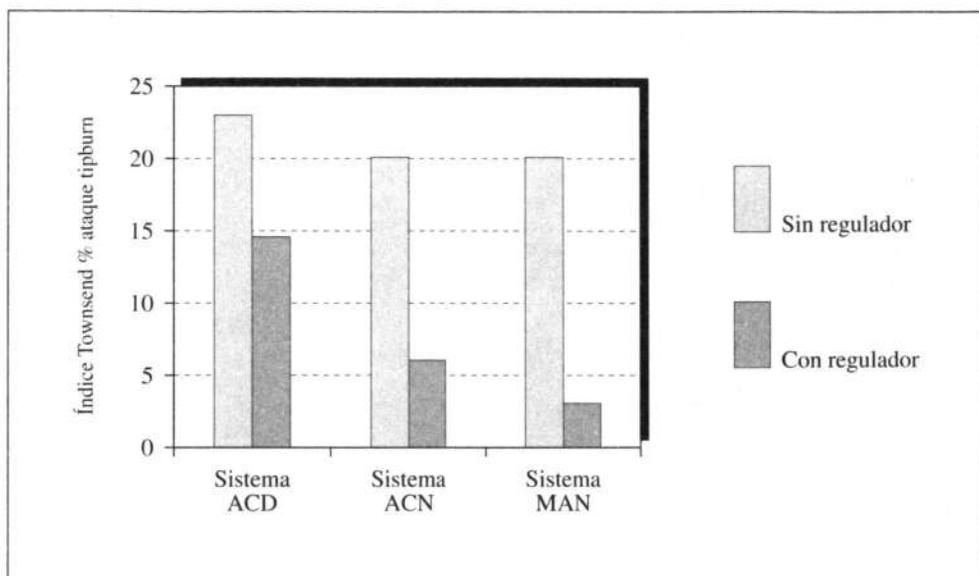


Figura n.º 3

EFFECTO COMBINADO SISTEMA DE RIEGO CON FITORREGULADOR

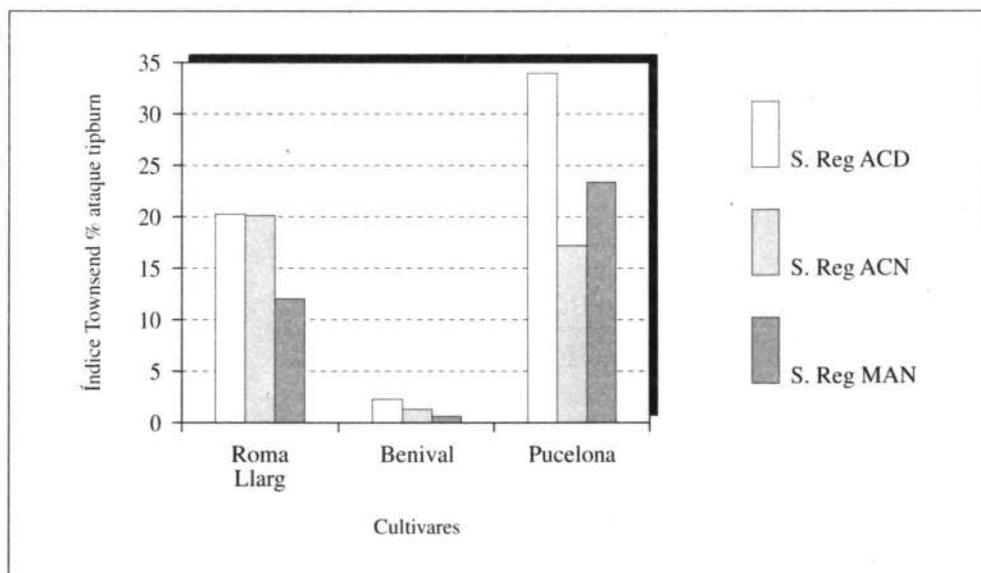


Figura n.º 4

EFFECTO DEL SISTEMA DE RIEGO EN INCIDENCIA DE TIPBURN

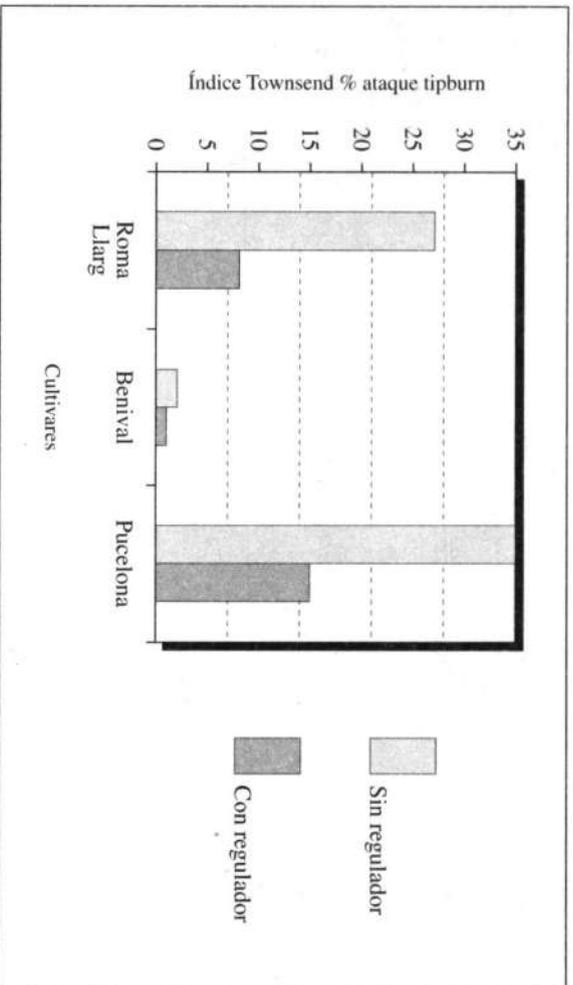


Figura n.º 5

EFFECTO TRATAMIENTO EN CADA CULTIVAR

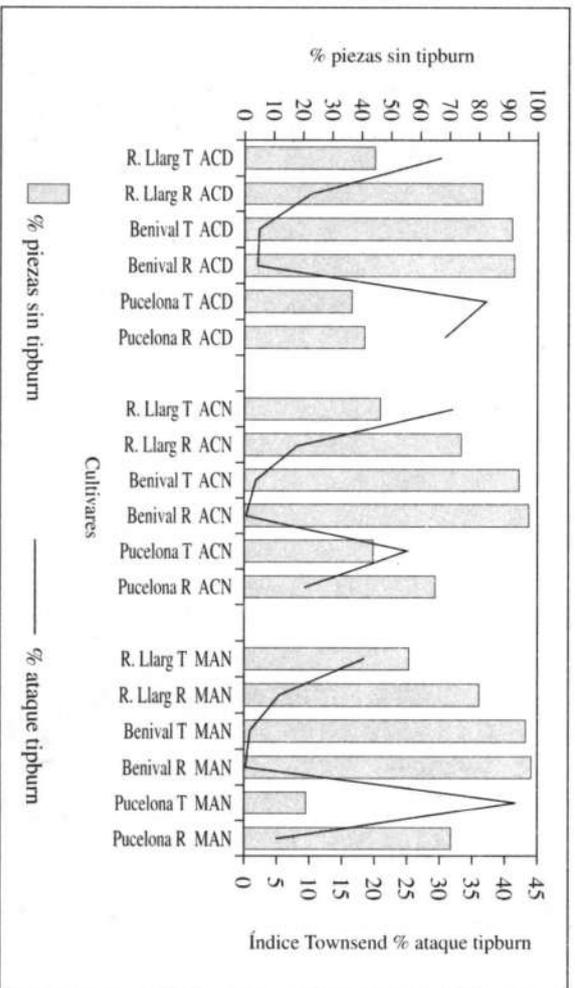


Figura n.º 6

EFFECTO GLOBAL SISTEMA DE RIEGO × CULTIVAR × FITORREGULADOR