

Riego y abonado nitrogenado en manzano Golden

Respuesta a diferentes estrategias de riego y dosis de abonado nitrogenado durante los años 2000, 2001 y 2002

Tras tres años de ensayos, los resultados destacan que los árboles regados por goteo tuvieron una mayor producción y los regados quincenalmente, simulando un riego por inundación, la menor. En cuanto a la aplicación de abonado nitrogenado, la mayor producción se obtuvo con una dosis de 80 kg/ha de N, comparada con la dosis de 200 kg/ha de N. Para la calidad del fruto, se obtuvo una peor tendencia cualitativa cuando se aplicó un exceso de agua al final del ciclo y, comparando las dosis de abonado N, los peores resultados fueron para las dosis excesivas de N.

El agua es cada vez más un bien escaso y las cantidades de agua de riego necesarias en las explotaciones frutícolas obligan a un uso cada vez más eficiente de este recurso. Por su parte, el abonado requerido por una plantación, y en particular las necesidades en abonado N como elemento más importante en la explotación, hacen que del uso adecuado de estos dos factores tan importantes dependa en gran manera el resultado final tanto productivo como cualitativo. Además, dentro de las estrategias productivas enmarcadas dentro de la producción integrada de la manzana Golden, tanto el manejo del agua de riego como de la fertilización nitrogenada

aparecen como dos aspectos fundamentales.

Los objetivos desarrollados en el ensayo inciden en:

- Evaluar los efectos de diferentes estrategias de aplicación de agua de riego y dosis de abonado nitrogenado sobre el crecimiento vegetativo y del fruto en manzano Golden Smoothee.

- Analizar la respuesta productiva y cualitativa según la aplicación de diferentes estrategias de riego y dosis de abonado nitrogenado.

Materiales y métodos

Localización

El ensayo se inició en 2000 en una parcela de la Estación Experimental de Lleida en Gim-

nells (Lleida), situada a 41,7° latitud N, 0,4° longitud E y 248 m de altitud. La superficie de la parcela es de 1,4 ha con 2.400 árboles, plantados en 1994 a un marco de plantación de 4 x 1,4 m, formados en eje central apoyado, con una altura máxima de 3,5 m.

Material vegetal

La plantación consta de doce líneas de manzanos TopRed - Early Red One y tres líneas de manzano Smoothee INFEL, 2832 T, clon del grupo Golden sobre pie M9 Pajam, 2, distribuidas de forma que cada línea de Golden Smoothee, que es la variedad sobre la que se realiza el ensayo, está rodeada por dos líneas de variedades rojas a cada

J. Rufat, J. Del Campo,
M. Mata, A. Arbonés, M. Gelly,
G. López, N. Olivo, V.M. Reyes,
J. Marsal y J. Girona.

Área de Tecnología Frutícola.
Centre UdL-IRTA.





Detalle del riego por goteo, microaspersor y caseta de riego (filtros, tanques fertilizantes, bomba de fertirrigación, etc.)



lado y que aseguran que no exista movimiento de agua entre diferentes tratamientos de riego.

Tratamientos de riego

Se han planteado cinco estrategias de riego y dos sistemas de riego: goteo y simulación de riego por gravedad, usando microaspersores de alto caudal. Los tratamientos de riego estudiados han sido: 1) riego por goteo (L) aplicando la ETc diaria; 2) riego por microaspersión (MT) también aplicando la ETc diaria y regando cuando llegamos a 18 mm de ETc acumulada, que corresponde a la capacidad de almacenamiento de agua media de este suelo hasta un nivel de agotamiento no excesivo; 3) riego por microaspersión con exceso inicial (200% de MT desde inicio del período de riego hasta mediados de julio) y déficit final (50% de MT desde mediados de julio hasta cosecha) (MED); 4) riego por microaspersión con déficit inicial (50% de MT desde inicio del período de riego hasta mediados de julio) y exceso final (200% de MT desde mediados de julio hasta cosecha) (MDE); y 5) riego por microaspersión cada dos semanas (MQ) con una dosis constante de 65 mm. Las dosis y la frecuencia de este caso simulan con una buena aproximación un riego por gravedad típico de la zona frutícola de Lleida.

Tratamientos de abonado

Se han utilizado dos niveles de abonado nitrogenado (subTRT N) (80 y 200) comparando la aplicación de 80 kg/ha de N como límite en producción integrada, con 200 kg/ha de N correspondientes a una aplicación excesiva. El abono se aplica por fertirrigación diaria en el riego por goteo y durante el riego en los tratamientos de microaspersión, aplicando así la dosis de 80 kg/ha de N. El resto de N extra hasta los 200 kg/ha de N se aplica manualmente una vez al mes.

Diseño experimental

El diseño experimental es en parcelas divididas o "split-plot"

con cuatro repeticiones. El factor principal es el riego y el secundario el abonado N.

Resultados

Agua de riego aportada

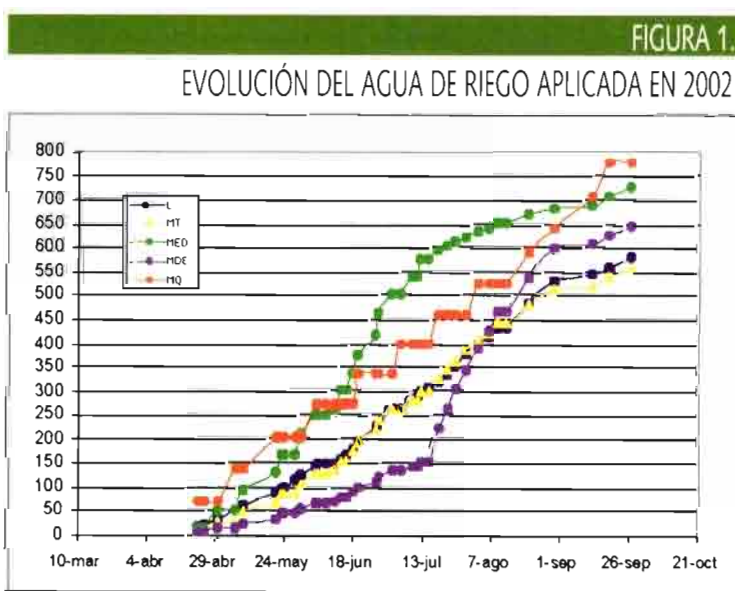
La evolución del agua aportada hasta el final del ciclo en 2002 (figura 1), representativa del conjunto de tres años de ensayo, fue máxima para MQ (780 mm) y seguida por la estrategia consistente en aplicar un exceso de agua inicial (710 mm) y superior a la estrategia opuesta de aplicar un exceso de agua al fi-

nal del ciclo (640 mm) debido a la mayor duración de la fase inicial no compensada por las mayores necesidades al final del ciclo. Los tratamientos testigo tanto por goteo como por microaspersión recibieron un aporte de 570 mm, menor que el resto de tratamientos, con una diferencia respecto de MQ del 27%.

Producción y calibres

Los resultados obtenidos de producción acumulada por árbol mostraron unos mejores valores para el riego localizado, sobre todo comparado con el riego quinzenal, el cual tuvo la menor producción. De los tratamientos intermedios, la aplicación de un exceso de agua al final del ciclo penalizó la producción (cuadro I).

En los resultados de producción comercial (calibres de fruto superiores a 70 mm) se observó una más clara diferenciación de tratamientos que en la producción acumulada, manteniéndose la diferencia entre riego por goteo



CUADRO I.

PRODUCCIÓN ACUMULADA SEGÚN DOTACIÓN DE RIEGO Y ABONADO.
AÑOS 2000-2001-2002.

Tratamiento de riego	Producción total (kg/árbol)	Carga (nº frutos/árbol)	Peso medio del fruto (g)	Producción comercial (kg/árbol)
L	106,4	617	174	83,6
MT	102,5	621	164	74,2
MED	103,6	644	161	71,4
MDE	100,6	617	163	72,0
MQ	90,2	561	159	65,6
Tratamiento de N				
80	103,0 a	630 a	163	76,0 a
200	98,4 b	594 b	165	70,1 b

y riego quincenal, pero también con el resto de tratamientos de riego, los cuales ocuparon una posición intermedia con una producción mayor para el testigo por microaspersión que para los dos tratamientos de déficit. Las diferencias obtenidas en la producción comercial acumulada ya se manifestaron el primer año, manteniéndose durante los tres años entre los tratamientos de riego por goteo y quincenal.

En los subtratamientos de nitrógeno (subTRT N) (**cuadro I**) se observó una producción acumu-

lada más alta cuando se aplicó una dosis de 80 kg N/ha que al aportar 200 kg N/ha (103 y 98,4 kg/árbol respectivamente).

Analizando la producción comercial (**cuadro I**), también en el subTRT N-80 se obtuvieron resultados más altos que para el subTRT N-200 (76 y 70,1 kg/árbol respectivamente).

Del conjunto de resultados productivos obtenidos con la aplicación de diferentes dosis de N planteadas como subtratamientos de las diversas estrategias de riego ensayadas, se desprende



Vista de la parcela una vez finalizada la recolección.

que la mayor producción total se obtiene con la aplicación de 80 kg N/ha para todos los tratamientos de riego, a excepción de la estrategia déficit-exceso que no tuvo respuesta a las dosis de N. Se constató que el exceso de N enmascara los tratamientos de riego, uniformizando los resultados productivos, siendo el análisis re-

alizado respecto a la dosis de 80 kg N/ha el que evidenció las diferencias entre tratamientos de riego (datos no mostrados). Tras tres años de ensayo, se constató la disminución de la vecería según las diferentes dosis de N, desapareciendo la alternancia cuando estudiamos los resultados globales de los parámetros productivos en el tiempo para la dosis de 80 kg N/ha comparada con la de 200 kg N/ha.

Comparando la dosis de 80 kg N/ha con la de 200 kg N/ha, esta última se situó productivamente por debajo durante los tres años de ensayo, si bien la diferencia sólo fue significativa para la producción acumulada y para la campaña de menor producción.

Los resultados de la distribución de calibres del primer y segundo año ofrecieron los mayores porcentajes de frutos con calibres comerciales (>70 mm) a los tratamientos control (datos no mostrados), lo que favoreció los mejores valores en la producción comercial acumulada de estos tratamientos supuestamente bien regados (**cuadro I**). En 2002 (**figura 2**), los mejores resultados fueron para el riego localizado. Para los subTRT de N, la aplicación de 80 kg N/ha supuso unos mejores calibres que redundaron en una clara diferenciación en la producción co-

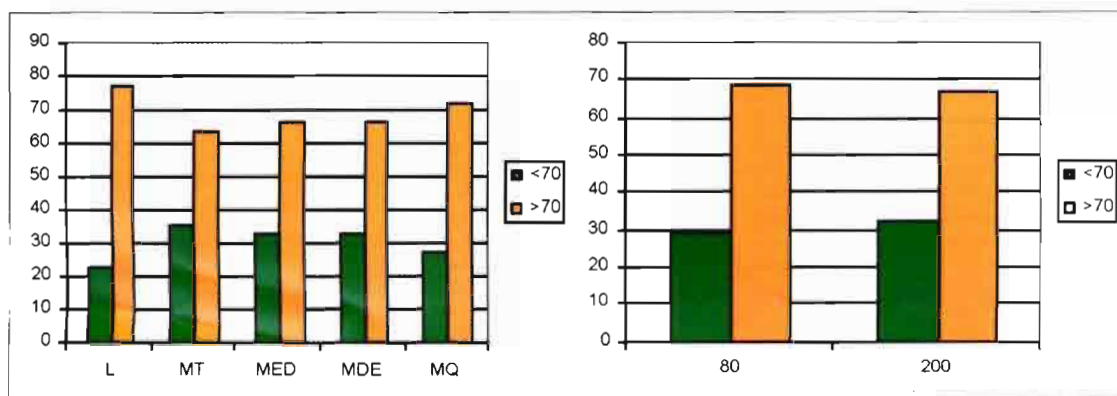
CUADRO II.

EFICIENCIA PRODUCTIVA DEL AGUA DE RIEGO. PROMEDIO DE LOS AÑOS 2000-2001-2002.

Tratamiento de riego	Producción total (kg/ha)	Producción comercial (kg/ha)	Agua total aplicada (m3/ha)	Eficiencia prod. total (kg/m3)	Eficiencia prod.com. (kg/m3)
L	64.356	53.580	5.650	11,4 (173)	9,5 (202)
MT	61.736	44.829	5.280	11,7 (177)	8,5 (181)
MED	62.093	43.757	6.940	8,9 (135)	6,3 (134)
MDE	58.581	42.626	5.890	9,9 (150)	7,2 (153)
MQ	54.711	38.994	8.350	6,6 (100)	4,7 (100)

FIGURA 2.

DISTRIBUCIÓN DE CALIBRES PARA LOS TRATAMIENTOS DE RIEGO Y ABONADO N. AÑO 2002.





Pesado de la producción por árbol.



Medición de parámetros de calidad: penetromía o dureza.

CUADRO III.

RESPUESTA DEL RIEGO Y ABONADO N A LOS PARÁMETROS DE CALIDAD. RESUMEN DE LOS AÑOS 2000-2001-2002.

Parámetro	Riego	Nitrógeno
Dureza	L, MDE menor MQ mayor	N-80 mayor
Índice de almidón	L mayor MQ, MT menor	N-80 menor
Azúcares solubles	L menor	N-80 mayor
Acidez	L mayor	N-80 mayor
Color (a + b)	L menor MQ mayor	N-80 mayor

mercial respecto a la dosis de 200 kg N/ha (**cuadro I**).

De la comparación entre sistemas de riego, se observó que la producción total acumulada fue mayor en el riego por goteo (no estadísticamente distinta) debido a la obtención de frutos de mayor tamaño en cosecha. Esta misma situación se repitió cada campaña con pequeñas diferencias entre los dos sistemas de riego, pero siempre a favor del riego localizado. El análisis de calibres aportó resultados globales más claros para éste, con la misma tendencia anual que para la producción global.

La evaluación de la eficiencia productiva (**cuadro II**), como indicador de la productividad del agua de riego en función de la estrategia o sistema utilizado, mostró unas tendencias claras como resultado de combinar la producción con el agua de riego aportada. Así, la mayor eficiencia, tanto

para la producción total como comercial, fue para los tratamientos testigo, seguidos por los tratamientos en los que se aplicó algún déficit hídrico, mientras que con el riego quincenal la reducción fue mucho más acusada. Destacar que respecto a la producción comercial la eficiencia del riego localizado fue el doble (índice 202) que para el riego quincenal.

Calidad del fruto

Las tendencias observadas para los parámetros cualitativos (**cuadro III**) supusieron una menor dureza del fruto con la aplicación de un exceso de agua el final del ciclo y mayor para las estrategias opuestas. Este parámetro indicó el cambio de estrategia de riego entre exceso y déficit. El índice de almidón tuvo un comportamiento opuesto a la dureza tanto para los tratamientos de riego como para los de N. Por su parte,

el contenido de azúcares solubles, aunque fue menor para el riego localizado, se mantuvo por encima del umbral mínimo requerido. El índice de color supuso valores menores (menos amarillos)

para los frutos procedentes del riego localizado y para las dosis altas de N aplicado. ■

Agradecimientos: El presente estudio ha sido financiado con el proyecto INIA PD99-005 y proyecto FEDER 2FD1997-1801.

CONCLUSIONES

- El mantenimiento de un contenido alto de agua y de un contenido adecuado de nutrientes, evitando condiciones de posible estrés, favoreció un mejor comportamiento vegetativo y productivo. La respuesta más lenta a las aportaciones de N puso de manifiesto la importancia que tienen las reservas en suelo y planta y la mineralización de la materia orgánica para las plantaciones frutales, especialmente para el manzano por ser una especie con bajos requerimientos de N. Otro aspecto importante a destacar fue la gran influencia que tuvo la fecha de recolección, aspecto que dificultó la comparación de distintas situaciones o estrategias.

- La producción total acumulada fue mayor para el riego por goteo y menor para el riego quincenal, con el mayor peso medio del fruto para el riego localizado, mientras que el riego quincenal mostró los menores valores tanto de peso medio como de carga. Del análisis según las dosis de N, el exceso de N enmascara los resultados y los homogeniza, dependiendo la produc-

ción tanto de la carga como del peso medio del fruto. Para N-80 se aprecian más las diferencias entre tratamientos, estando la carga directamente relacionada con la producción y no con el peso medio del fruto.

- La producción comercial magnifica las diferencias entre tratamientos obtenidas para la producción total, con tres grupos diferenciados: 1) riego por goteo; 2) testigo por microaspersión y tratamientos déficit o exceso; y 3) riego quincenal en última posición.

- En términos de producción y calidad, tanto en el momento de la cosecha como después de la conservación frigorífica, el mejor comportamiento de los árboles regados por goteo los diferenció sobre todo de los que recibieron un riego quincenal, con una situación intermedia para el resto de estrategias, siendo la aplicación exceso-déficit mejor que la estrategia opuesta. La dosis de 80 kg N/ha tuvo el mejor comportamiento general, con la constatación de los efectos negativos de un exceso de nitrógeno aplicado. ■