

APLICACIÓN INTERMITENTE DE AGUA SOBRE EL FOLLAJE DEL AGUACATE HASS

J.M. Hermoso¹, J.T. Soria¹, S. Cortés¹ y J.M. Farré²

¹ Estación Experimental La Mayora. Algarrobo-Costa. 29750 Málaga. España.

² Centro de Investigación y Formación Agraria. Cortijo de la Cruz s/n. Churriana. 29140 Málaga. España. Correo electrónico: tropicalsfasip@terra.es

RESUMEN

En dos ensayos de campo de 3 y 4 años respectivamente se aplicó, en períodos de alta demanda evaporativa, agua sobre el follaje. Ello permitió disminuir la temperatura de la hoja. El consumo de agua aumentó exponencialmente al bajar la temperatura requerida en hojas. Las condiciones hídricas de la planta mejoraban, pero el efecto sobre crecimiento y cosecha era menos marcado. Quizás ello fuera debido al blanqueamiento de las hojas por precipitación de carbonatos.

Palabras Clave: Aspersión, crecimiento, cosecha, resistencia estomática.

INTRODUCCIÓN

El aguacate tiene su ecocentro en las tierras altas de Mesoamérica (Popenoe, 1927). La demanda evaporativa es allí habitualmente moderada, pues el verano es la estación más lluviosa y la temperatura ambiente raramente rebasa los 28°C. Hoy se cultiva sin embargo en gran parte en regiones de clima mediterráneo: California, Chile, Israel y España, donde los veranos son secos y las temperaturas máximas pueden superar los 30°C.

El objetivo de estos trabajos era estudiar el efecto de la aplicación intermitente de agua sobre el follaje en las horas de máxima demanda evaporativa en las relaciones hídricas del árbol, el crecimiento vegetativo y la producción de frutos. Con métodos similares se ha conseguido mejorar el crecimiento y la calidad de otros frutales (Goode et al, 1979).

MATERIAL Y MÉTODOS

Ambos ensayos se realizaron con el cv. Hass sobre portainjerto de semilla de raza mejicana.

Ensayo A

El primer trabajo tuvo lugar entre 1977 y 1979 en una plantación de 11 años de edad. El marco de plantación era 8 x 8 metros. El riego por goteo, con 8 goteros.árbol⁻¹ y un caudal de 3.3 l.h⁻¹, funcionaba en verano cada mañana de las 7 a las 14 ó 15 h. La tensión matricial del suelo se mantenía sobre -20 kPa. La temperatura media de las máximas en el mes más cálido (agosto) era de aproximadamente 31.5°C y la evaporación del tanque Clase A, superior a 7 mm.día⁻¹. El suelo era pesado y calizo, pero con buen drenaje interno.

Para disminuir la demanda evaporativa sobre el árbol se instalaron dos sistemas para la aplicación intermitente de agua: un pulverizador bajo el follaje, a aproximadamente 1 metro sobre el suelo, con 100 l.h⁻¹ de caudal ó un aspersor sobre el follaje con 720 l.h⁻¹. Ambos funcionaban 2 minutos cada 17 minutos el primer año y cada 15 minutos los restantes dos años. El sistema andaba desde fines de mayo a primeros de octubre. Se paraba sólo en periodos de tormentas, casi inexistentes entre el 15 de junio y el 15 de septiembre. El sistema funcionaba de 9 a 15 h solar (6 horas.día⁻¹) durante los dos meses de máxima demanda evaporativa, reduciéndose a 5 ó 4 h.día⁻¹ cuando la demanda evaporativa era menor en junio o septiembre.

Durante los primeros dos meses del ensayo, en 1977, se utilizó un agua rica en HCO₃⁻, Ca²⁺ y Mg²⁺, con una conductividad de 1.5 dS.m⁻¹. A partir de entonces se cambió a un agua menos caliza con una conductividad de 0.6 dS.m⁻¹. Mas detalles de la instalación y el funcionamiento pueden consultarse en Farré (1979). Cada tratamiento tenía 10 árboles distribuidos al azar con distancias entre ellos superiores a 12 metros.

Ensayo B

Entre 1981 y 1985 se realizó, en una plantación de diez años de edad, un segundo ensayo aplicando agua sobre el follaje cuando su temperatura, medida con termopares, alcanzaba los siguientes niveles:

P₁ =30.5°C, P₂ =34.5°C y P₃ =39.5°C. Cada sensor estaba compuesto por 5 termopares (Cu - Cs, diámetro 0.3 mm) en paralelo. Sus lecturas se comprobaban periódicamente con un termómetro de infrarrojo. Los árboles testigo no recibían agua por vía foliar. Todos los árboles se regaban cada mañana en verano por goteo, con 5 goteros.árbol⁻¹ el primer año y 6 en los restantes, para mantener la tensión matricial en suelo por encima de -30 kPa. El suelo era pizarroso, de textura media, sobre un subsuelo de pizarra rota. En el mes más cálido (agosto) la plantación tenía una temperatura media de las máximas de 29.5°C y una evaporación media en tanque Clase A de 6.2 mm.día⁻¹.

El primer año el marco de plantación era de 4 x 4 m regándose con difusores de 8 l.h⁻¹ a 3 bar, que producían un aerosol. En el segundo año se arrancaron filas alternas quedando el marco en 8 x 4 m e instalaron dos aspersores por parcela elemental que aplicaban, cada uno, 630 l.h⁻¹ a 3.5 bar sobre un área de 350 m². El agua era rica en HCO₃⁻, Ca²⁺ y Mg²⁺, con una conductividad eléctrica de 1.1 dS.m⁻¹.

El primer año la parcela elemental tenía 16 árboles que descendieron a 8 a partir del segundo. El sistema funcionó en el periodo de altas temperaturas, habitualmente entre mediados de junio y mediados de septiembre. P₁, P₂ y P₃ tenían cinco repeticiones y el goteo solo, seis, con diseño totalmente al azar. Las parcelas sólo con goteo se situaron juntas y separadas del resto para evi-

tar en lo posible el efecto de advección. Las parcelas se seleccionaron en función de las cosechas de los 4 años anteriores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo A

En la figura 1 se muestra la resistencia estomática en un día medio de verano. Puede observarse que las diferencias en apertura estomática eran muy significativas entre goteo sólo y aspersión sobre follaje, con el pulverizador bajo follaje ocupando una posición intermedia. Estas diferencias eran mucho menores en días con baja demanda evaporativa (figura 2). Cuando la demanda evaporativa era muy alta (figura 3) los estomas cerraban, ya significativamente, a partir de las 9.30 h. En los árboles protegidos por la aspersión sobre follaje los estomas permanecían abiertos incluso bajo las condiciones más adversas. Las diferencias entre tratamientos en potencial de agua en hoja, medida con bomba de presión, no fueron nunca significativas. Las mayores diferencias se registraron por la tarde del día con mayor demanda evaporativa (figura 3) cuando las diferencias entre goteo sólo y aspersión sobre follaje alcanzaron los 0.27 mPa. En la tabla 1 se muestran el crecimiento vegetativo y la cosecha en los tres años de ensayo. Sólo las diferencias en peso medio del fruto eran significativas debido quizás al pequeño número de árboles utilizados.

Ensayo B

En la figura 4 se muestran las temperaturas de hoja y aire en un día con demanda evaporativa ligeramente superior a la media. Aún así P_3 no recibió agua por no alcanzar sus hojas los 39°C y registró por tanto temperaturas similares a goteo sólo. La diferencia de temperatura con el aire a la sombra del árbol era de aproximadamente 6°C en las horas centrales del día. Por la noche, en cambio, las hojas estaban hasta 2°C más frías que el aire. La aspersión sobre el follaje mantuvo bien las temperaturas prefijadas (figura 5). Bajo el tratamiento P_1 la temperatura del aire (25.5°C) se mantenía aproximadamente 5°C más baja que la de la hoja (30.5°C). En las figuras 4 y 5 puede comprobarse que el sistema rebajaba la temperatura del aire con sólo goteo, aproximadamente 5°C en las horas de máxima demanda evaporativa. Aunque dependiente de las condiciones meteorológicas del verano el agua aplicada diariamente en el período 15 de junio a 15 de septiembre era del orden de P_1 : 75-80 m³.ha⁻¹, P_2 : 30-35 m³.ha⁻¹, P_3 : 0.3-0.4 m³.ha⁻¹. Es probable que este consumo disminuyera si se regara una gran superficie, pues se minimizarían los problemas de advección de aire cálido.

Se midió esporádicamente la resistencia estomática y la fotosíntesis neta en hojas secas (período entre aplicaciones de agua). En la figura 6 se muestran los resultados obtenidos en un día de demanda evaporativa media. Los estomas de los árboles no mojados en este día (goteo sólo y P_3) tenían resistencias mayores alrededor del mediodía solar, abriendo de nuevo por la tarde. La fotosíntesis no se recuperaba por la tarde, quizás debido a la baja demanda de fotosintatos provocada por el déficit hídrico en brotes y frutos. Probablemente por haber utilizado sólo una hoja por parcela elemental las diferencias entre tratamientos no eran estadísticamente significativas. La fotosíntesis máxima aquí observada (17 mmol CO₂.m².s⁻¹) era aproximadamente 10-20% más baja que la registrada para Hass en Australia (Schaffer y Whiley, 2002).

En la tabla 2 se muestran el crecimiento vegetativo y la cosecha en los cuatro años del ensayo. Sólo en el primer año la cosecha fue significativamente mayor en el tratamiento P_1 (30.5 °C) que en el goteo sólo. La razón pudo ser el fuerte blanqueo de hojas que se producía en P_1 a partir de la mitad del verano. La acumulación de carbonatos en hojas aumentaba con el volumen de agua aplicada. Dado que la fotosíntesis en otoño-invierno-primavera estaba probablemente limitada por

la luz y la temperatura foliar, cabría pensar en un posible efecto negativo del blanqueo que compensara el efecto positivo de la aspersión en verano. Las mayores diferencias obtenidas en el ensayo A pudieron ser debidas a la mayor demanda evaporativa en aquella zona y al menor blanqueo de las hojas debido al bajo contenido de su agua de riego en HCO_3^- , Ca^{2+} y Mg^{2+} . El resultado especialmente pobre de P_3 (39°C) pudo deberse a su casi nulo efecto sobre la demanda evaporativa y al ligero blanqueamiento que produjo.

CONCLUSIONES

La aplicación de agua sobre el follaje permitió disminuir la temperatura de la hoja y la resistencia estomática en los períodos de alta demanda evaporativa, aumentando el peso medio del fruto.

Agradecimientos

Se agradece a Emilio y Manuel García Quevedo su colaboración en el desarrollo del ensayo A.

BIBLIOGRAFÍA

FARRÉ JM 1979. Water use and productivity of fruit trees: Effects of soil management and irrigation. Ph. D. Thesis. University of London.

GOODE JE, HIGGS KH Y HYRYCZ KJ 1979. Effects of water stress control in apple trees by misting. J. Hort. Sci. 54:1-11.

POPENOE W 1927. Manual of tropical and subtropical fruits. The McMillan Co. New York.

SCHAFFER B Y WHILEY A W 2002. Environmental physiology. In: A.W. Whiley, B. Schaffer and B.N. Wolstenholme (eds). The Avocado. CABI Publishing. N.Y. pp. 135-160.

TABLAS

Tabla 1. Ensayo A. Crecimiento vegetativo y cosecha.

	Cosecha media (kg. árbol ⁻¹ . año ⁻¹)	Peso medio del fruto (g)	Incremento del área de tronco (1977-1979) (%)
Aspersor sobre follaje	113.2	225b	87.9
Pulverizador bajo follaje	103.0	203a	72.3
Goteo solo	91.8	203a	66.3
N.S. %	N.S.	95	N.S.

Tabla 2. Ensayo B. Crecimiento vegetativo y cosecha.

	Cosecha media (kg. árbol ⁻¹ . año ⁻¹)	Peso medio del fruto (g)	Incremento del área de tronco (1981-1985) (%)
P_1 (30.5°C)	40.1	234b	84.8b
P_2 (34.5°C)	40.3	229b	81.1b
P_3 (39°C)	36.2	217a	61.7a
Goteo solo	39.3	221ab	83.0b
N.S. %	N.S.	95	95

Figura 1. Ensayo A. Resistencia estomática.

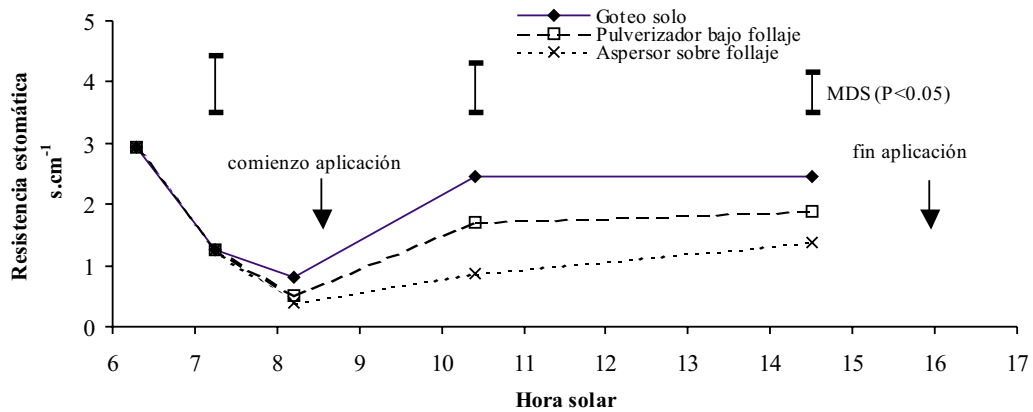
23/08/1978. Evaporación Tanque Clase A: 6.6 mm.día⁻¹

Figura 2. Ensayo A. Resistencia estomática.

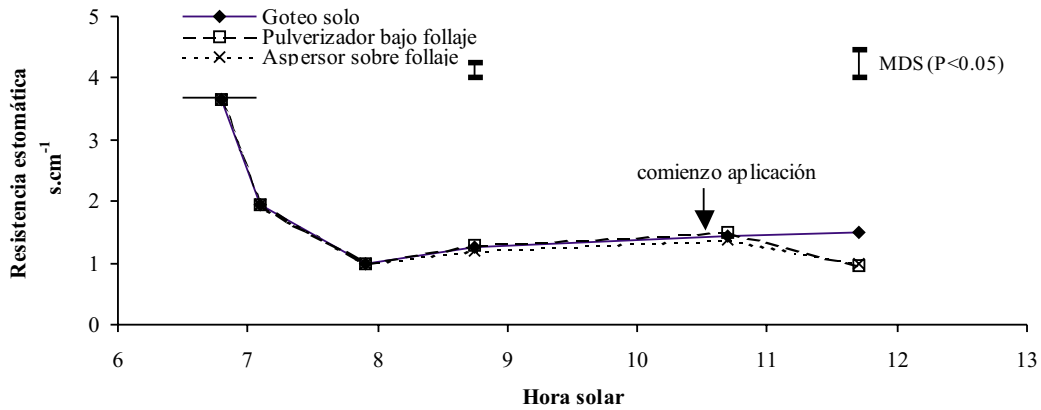
14/09/1978. Evaporación Tanque Clase A: 4.1 mm.día⁻¹

Figura 3. Ensayo A. Resistencia estomática.

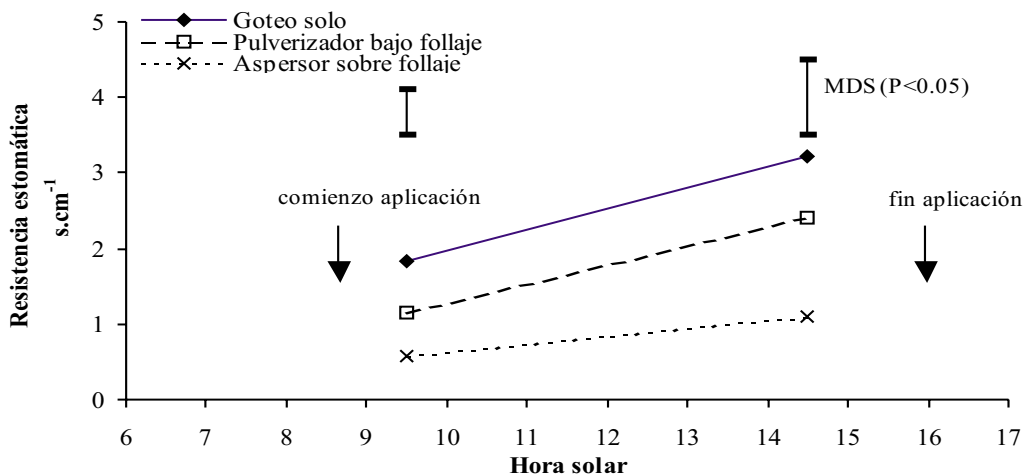
07/08/1978. Evaporación Tanque Clase A: 7.5 mm.día⁻¹

Figura 4. Ensayo B. Temperaturas en hoja (tratamiento P₃) y aire

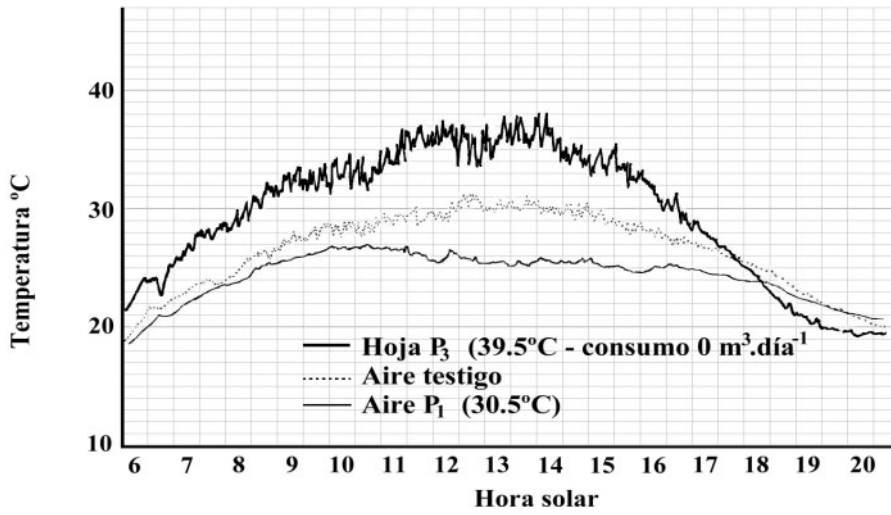


Figura 5. Ensayo B. Temperaturas en hoja (tratamientos P1 y P2) y aire

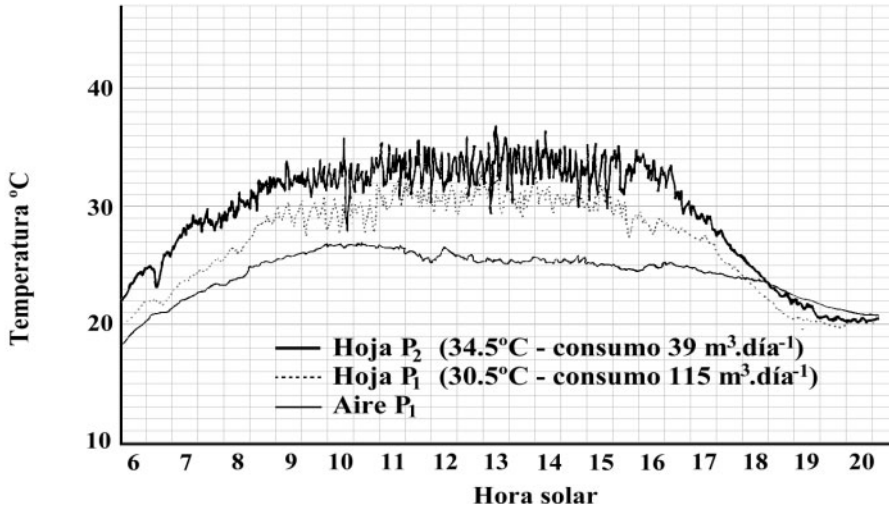


Figura 6. Ensayo A. Resistencia estomática y fotosíntesis.

