

RELACIONES HIDRICAS DE LA VID, BAJO DIFERENTES NIVELES DE RIEGO, USANDO GOTEO, ASPERSION Y SURCOS. II. EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y LA PRODUCCION¹

Plant—water relations in grapevines, under different irrigation levels, using drip, sprinkler and furrow irrigation. II. Effect on vegetative growth and production

Juan Tosso T.² y Juan José Torres P.³

SUMMARY

The study was performed at the Vicuña Experimental Substation (INIA), which is located at the Elqui Valley, IV Region of Chile. The effect of applying four irrigation treatments (0.2; 0.5; 0.8; and 1.1 times Class A pan evaporation) was evaluated, using drip, sprinkler and furrow irrigation. A tendency to get less vegetative growth when small amounts of water were applied was observed (factor 0.2), although significant differences were obtained only with drip irrigation.

Pruning weight showed a linear relation with estimated evapotranspiration for the drip irrigation treatments, in both seasons analyzed. The increase in trunk perimeter between seasons, showed significant differences among the drip irrigation treatments; the lowest response was with 0.2 pan evaporation.

A tendency to obtain lower grape yields was observed, when using the factor 0.2, with all the irrigation methods, although differences were not significant.

The weights of clusters and of 100 berries were significantly affected by the drip irrigation treatments. The weight of 100 berries showed a linear relation with estimated evapotranspiration for the drip irrigation treatments, in both seasons analyzed.

INTRODUCCION

La vid (*Vitis vinifera* L.) es una planta leñosa, de hoja caduca, que posee una particular "resistencia a la sequía", la que le permite sobrevivir largos períodos de tiempo (de unas pocas semanas, hasta algunos meses), con escasa humedad disponible en el suelo. Esta característica inherente a la vid, parece ser consecuencia, en parte, del rápido cierre de los estomas, frente a un déficit de humedad en el suelo. El cierre estomático hace posible que las plantas minimicen los efectos

adversos del déficit hídrico, pero simultáneamente se reduce la asimilación de CO₂ y, por consiguiente, la fotosíntesis. Se ha determinado que en la vid la "tensión crítica" o potencial de agua en la hoja, a la que se produce el cierre estomático, es de -13 bares (Smart, 1974). Paralelamente, se ha determinado que la fotosíntesis disminuye a medida que la tensión de la hoja se acerca a -5 bares y se detiene definitivamente a -12 bares (Hardie y Considine, 1976).

Por otra parte, el amplio y profundo sistema radicular de la vid le permite explorar un gran volumen de suelo, evitando así agotar totalmente la humedad disponible en el perfil (Winkler y otros, 1974). Sin embargo, si durante el crecimiento rápido y succulento de los brotes en primavera, en que hay un gran aumento del área foliar y de la transpiración, se produce una

¹ Recepción de originales: 18 de junio de 1985.

² Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

³ Avda. Lo Plaza 1090, Depto. 42, Ñuñoa, Santiago, Chile.

brusca reducción en la humedad disponible en el suelo, la planta cesará casi inmediatamente su crecimiento y, eventualmente, se producirá el marchitamiento de hojas y brotes.

Este marchitamiento suele ocurrir cuando la vid crece en un clima cálido y sobre suelos arenosos o poco profundos. Se atribuye el cese del crecimiento vegetativo, especialmente de los brotes, a la pérdida de turgor en las células de plantas sometidas a déficit de humedad en el suelo (Allamand, 1978; Buttrose, 1974; Freeman, Lee y Turkington, 1979; Smart, Turkington y Evans, 1974).

Un efecto indirecto del déficit hídrico sobre la planta, en sus primeras etapas de desarrollo, es el aumento de la temperatura foliar, como resultado de la disminución de la transpiración. Esta tiene un importante rol, al mantener la temperatura de la hoja cercana a la del aire que la rodea. Se ha determinado que un aumento en la temperatura foliar desde 33° C a 41° C, reduce la fotosíntesis en un 40% (Smart, 1974).

Existe un período de extrema susceptibilidad a las condiciones de humedad en el suelo durante el desarrollo del fruto, que va desde la floración hasta cerca de cuatro semanas después de la anthesis (apertura de las flores). Se ha determinado que un déficit de humedad en el suelo en este período, provoca las mayores pérdidas de producción, atribuidas principalmente a la reducción de la cantidad y del tamaño de las bayas (Hardie y Considine, 1976). El déficit hídrico presumiblemente inhibe la división celular, que es la principal responsable del crecimiento de la baya, en sus primeras etapas de desarrollo.

Después de este período de alta susceptibilidad y cuando las bayas han alcanzado un diámetro superior a los cuatro milímetros, se observa una mayor resistencia al déficit hídrico. Esto se deberá a la progresiva acumulación de componentes osmóticamente activos (azúcares y ácidos), que aumentan la retención de agua en las células de la baya (Hardie y Considine, 1976).

Las condiciones de humedad en el suelo durante el proceso de maduración de la uva determinan, en gran medida, la calidad del producto obtenido. Un severo déficit retrasa la maduración, dando a la uva un color opaco y aumentando la susceptibilidad al "golpe de sol". En cambio, si el déficit es ligero, puede adelantar la madurez, aumentar el contenido de sólidos solubles y mejorar el color, a la par que se retarda el crecimiento de los brotes, permitiendo que la madera se lignifique (Winkler y otros, 1974).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la respuesta del crecimiento vegetativo y del rendimiento

de la vid, a la aplicación de alturas crecientes de agua, a través de tres métodos de riego: surcos, aspersión y goteo, en las temporadas 1980/81 y 1981/82.

MATERIALES Y METODOS

La ubicación, métodos generales y manejo del ensayo, se describen en la I Parte de este trabajo (Tosso y Torres, 1986). Para facilitar la lectura de esta II Parte, se inserta el Cuadro 1, con los tratamientos de riego aplicados.

Se efectuaron las siguientes mediciones:

Crecimiento vegetativo: Al momento de la poda (junio), se pesó el material podado por planta y el perímetro del tronco, medido a un metro por sobre el suelo. Además, se determinó el porcentaje de brotación (número de yemas brotadas, de las que se dejaron en la poda anterior).

Rendimiento: Al alcanzar la uva 21° - 22° Brix de sólidos solubles, se cosecharon, contaron y pesaron todos los racimos por planta. De éstos, se tomaron 16 al azar, que fueron pesados individualmente, determinándose, además, el peso y número de bayas por racimo y el peso de 100 bayas. Además, se determinó la fertilidad de las yemas (número de racimos por brote).

Los resultados se sometieron a análisis de variancia, análisis de regresión (cuando procedía) y las diferencias entre los promedios se evaluaron mediante la Prueba de Duncan.

CUADRO 1. Tratamientos de riego en las dos temporadas

TABLE 1. Irrigation treatments during the two seasons

Tratamientos ¹	Factor de Bandeja ²	Agua aplicada (mm)	
		(1980/81)	(1981/82)
Goteo 1	0,2	232	163
Goeto 2	0,5	414	392
Goyeo 3	0,8	606	631
Goteo 4	1,1	797	871
Aspersión 1	0,2	406	422
Aspersión 2	0,5	863	1.053
Aspersión 3	0,8	1.310	1.685
Aspersión 4	1,1	1.764	2.315
Surcos 1	0,2	587	489
Surcos 2	0,5	1.087	1.215
Surcos 3	0,8	1.687	1.947
Surcos 4	1,1	2.274	2.679

¹ Frecuencia: goteo = diariamente; aspersión = c/2 días; surcos = c/7 días.

² Factor de bandeja: relación entre el agua aplicada y la evaporación desde la bandeja Clase A, para el período entre brotación y cosecha de la vid.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de los tratamientos de riego sobre el crecimiento vegetativo.

Las viñas que recibieron una mayor cantidad de agua durante la temporada, independiente del método de riego, mostraron un crecimiento vegetativo más vigoroso, un mayor peso de la poda y un mayor incremento del perímetro del tronco. No obstante, sólo se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos de riego aplicados por goteo. Al relacionar el peso de poda con la evapotranspiración estimada (Eta) en los tratamientos por goteo, se obtuvo una función de respuesta lineal, en ambas temporadas (Figura 1). Ambos ajustes son significativos al 0,01. Resulta evidente la directa relación existente entre la evapotranspiración y el peso del material podado. Estos resultados coinciden con los encontrados por varios autores (Buttrose, 1974; Contreras y Pinto, 1973; Freeman y otros, 1979; Smart y otros, 1974), quienes señalan que el crecimiento vegetativo de la vid es muy sensible a las condiciones de humedad del suelo, especialmente el crecimiento de los brotes.

Se observa, además, que al segundo año de regar por goteo, el peso del material podado aumentó en todos los tratamientos, lo que podría deberse a las mejores condiciones de humedad en el suelo (Cuadro 2). No obstante, este mayor crecimiento vegetativo puede ser a expensas de la producción frutal, al producirse una competencia por los fotosintetatos producidos en las hojas, como ha sido señalado por Freeman y otros (1979) y Winkler y otros (1974).

El incremento en el perímetro del tronco entre ambas temporadas, mostró diferencias significativas para los tratamientos de riego por goteo (Cuadro 2). Se observa que el mayor incremento se obtuvo con el tratamiento G2, sin embargo, con cantidades mayores de agua, la respuesta tendió a ser menor. Smart y otros

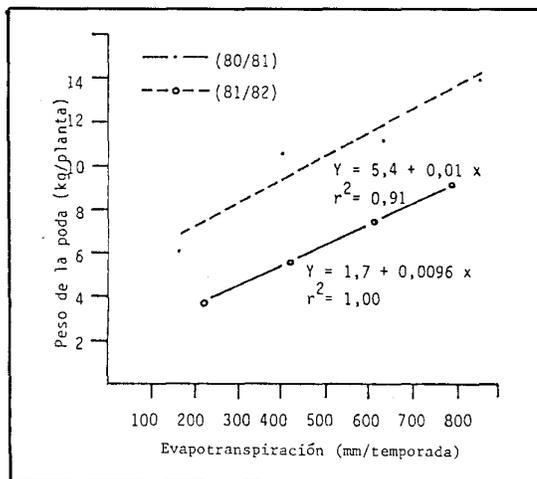


FIGURA 1. Relación entre el peso de la poda y la evapotranspiración estimada, para los tratamientos de riego aplicados por goteo.

FIGURE 1. Relationship between the weight of pruning and the estimated evapotranspiration, in the drip irrigation treatments.

(1974) señalan que el crecimiento del tronco es también muy sensible a las condiciones de humedad del suelo, deteniéndose inmediatamente al producirse un déficit hídrico.

Para el porcentaje de brotación, sólo se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos aplicados por surcos, no pudiendo atribuirse completamente a la influencia del riego, dada su alta dependencia del frío invernal.

No se encontraron diferencias significativas sobre los tratamientos aplicados por aspersión y surcos, para el peso de poda y el perímetro de tronco (datos no presentados).

CUADRO 2. Incremento en perímetro del tronco y peso de la poda/planta, para cada tratamiento de riego por goteo

TABLE 2. Increase in trunk perimeter and weight of prunings/plant, for each drip irrigation treatments

Tratamiento	Perímetro de Tronco (cm)			Peso Poda (kg/planta)	
	1980/81	1981/82	81/82 - 80/81	1980/81	1981/82
Goteo 1	12,4	13,1	0,7 c*	3,9 b	6,2 b
Goteo 2	12,2	14,6	2,4 a	5,6 b	10,8 a
Goteo 3	14,4	15,5	1,1 b	7,5 a	11,6 a
Goteo 4	14,8	15,8	1,0 b	9,3 a	14,0 a

*En cada columna, valores con distinta letra son estadísticamente diferentes, Durican ($P \leq 0,05$).

Efecto de los tratamientos de riego sobre la producción.

En ambas temporadas, se observó una tendencia a obtener menores rendimientos a medida que descendía la cantidad de agua aplicada, especialmente al usar el factor de bandeja 0,2, en los tres métodos de riego. No obstante, en ninguno de ellos las diferencias entre los tratamientos fueron significativas (Cuadro 3). Estos resultados coinciden con los encontrados por varios autores en nuestro país (Allamand, 1978; Contreras y Pinto, 1973; Castro, 1963), quienes, sometiendo a la vid a diferentes condiciones de humedad durante una temporada, no registraron diferencias significativas entre los tratamientos. Se atribuyen estos resultados a que las plantas contaron con un aporte suficiente de humedad durante toda la temporada, o a que la vid fue capaz de soportar condiciones de déficit de humedad en el suelo.

Investigadores que han encontrado una respuesta positiva y significativa de la vid a condiciones crecientes de humedad en el suelo, informan de resultados de más de tres años de investigación, como mínimo (Freeman y otros, 1979; Hardie y Considine, 1976; Lavín y Sotomayor, 1964; Smart y otros, 1974).

Cabe señalar que al regar por goteo, se obtuvieron producciones similares a las de los otros métodos de riego, pese a usar un 50 a 60% menos agua que en el riego por aspersión o por surcos, respectivamente. Estas observaciones, coinciden con las registradas por varios investigadores (Freeman y otros, 1979; Peacock y otros, 1977; Smart y otros, 1974), quienes señalan que la vid no se ve afectada por un cambio al método de riego por goteo, manteniendo e incluso mejorando la producción y la calidad de la uva.

CUADRO 3. Producción de uva, para cada tratamiento de riego

TABLE 3. Grape production, for each irrigation treatment

Tratamiento	Producción (ton/ha)	
	1980/81	1981/82
Goteo 1	13,7	10,8
Goteo 2	18,3	12,2
Goteo 3	17,0	10,9
Goteo 4	18,2	9,0
Aspersión 1	12,3	7,9
Aspersión 2	21,5	10,8
Aspersión 3	18,7	8,5
Aspersión 4	19,7	10,5
Surcos 1	19,6	13,5
Surcos 2	15,7	14,4
Surcos 3	21,5	12,8
Surcos 4	15,4	13,7

Efecto de los tratamientos de riego sobre los componentes de rendimiento.

El número de racimos por planta no fue afectado significativamente por los tratamientos de riego, con ninguno de los métodos utilizados. En nuestro país, Allamand (1978) y Contreras y Pinto (1973), tampoco encontraron diferencias significativas entre sus tratamientos para esta variable.

Según Smart y otros (1974), el número de racimos por planta es función de las yemas dejadas en la poda, de la proporción de éstas que llegan a brotar (porcentaje de brotación) y del número de racimos por brote (índice de fertilidad). Ninguno de estas variables fue afectada significativamente por los tratamientos de riego.

El peso del racimo y sus componentes fueron afectados significativamente por los tratamientos de riego aplicados en los tres métodos, en al menos una de las temporadas analizadas. Los tratamientos de riego por aspersión, mostraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en el peso del racimo, en la temporada 1981/82, y en el peso de 100 bayas en la temporada 1980/81. Estos resultados se muestran en el Cuadro 4. Se observa que, en ambos casos, se obtuvo la menor respuesta con el tratamiento A₁, vale decir, utilizando el factor de bandeja 0,2.

En los tratamientos dados por surcos, se encontraron diferencias significativas en el peso del racimo sólo en la temporada 1980/81, mientras que el peso de 100 bayas no fue afectado en ninguna de ellas (datos no presentados). No obstante, se observa que el peso del racimo y de 100 bayas tienden a responder positivamente con cantidades crecientes de agua aplicada.

Los tratamientos de riego dados por goteo, afectaron significativamente ($P \leq 0,05$) al peso del racimo y el de 100 bayas, en ambas temporadas analizadas. En la Figura 2, se muestra la relación entre el peso de las bayas por racimo (de similar comportamiento que el peso de racimo completo) y la evapotranspiración estimada para los tratamientos dados por goteo. Se observa que un incremento de 200 mm de agua aplicada por temporada, entre el primer y segundo tratamiento, significó un aumento de casi 200 g en el peso de las bayas. En cambio, con cantidades mayores de agua aplicada, la respuesta fue contradictoria de un año a otro.

En la Figura 3, se muestra la relación entre el peso de 100 bayas y la evapotranspiración estimada para los tratamientos de goteo. Se observa que en la temporada 1980/81 la respuesta fue lineal ($r^2 = 0,96$); pero en

CUADRO 4. Efecto de los niveles de riego aplicados por aspersión, sobre los componentes de rendimiento, en las temporadas 1980/81 y 1981/82

TABLE 4. Effect of the sprinkler irrigation levels on different yield component, during the two seasons, 1980/81 and 1981/82

Tratamiento	Racimos/Planta		Peso del Racimo (g)		Peso de 100 Bayas (g)	
	1980/81	1981/82	1980/81	1981/82	1980/81	1981/82
Aspersión 1	43 a	24 a	433 a	355 b	139 b	233 a
Aspersión 2	71 a	31 a	571 a	485 a	207 a	281 a
Aspersión 3	59 a	23 a	474 a	581 a	144 a	244 a
Aspersión 4	66 a	29 a	581 a	508 a	177 a	284 a
C.V.	23	29	12,6	9,5	15,2	9,2
D.E.	7,9	4,5	37,4	25,2	14,6	13,8

En cada columna, valores con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P \leq 0,05$).

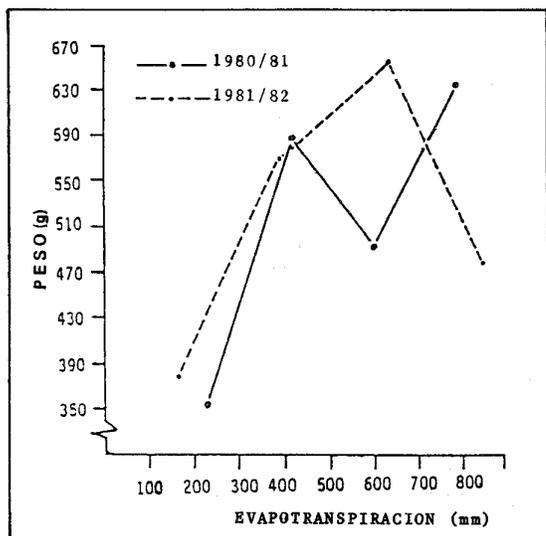


FIGURA 2. Relación entre peso de bayas/racimo y evapotranspiración estimada en riego por goteo.

FIGURE 2. Relationship between weight of berries/cluster and estimated evapotranspiration in drip irrigation.

la temporada siguiente, aunque se obtuvo un ajuste lineal significativo ($r^2 = 0,88$), se aprecia que con cantidades de agua superiores a los 600 mm por temporada, el peso de la baya tiende a mantenerse constante.

El peso del racimo y sus componentes, especialmente el peso de la baya, han sido señalados por varios autores como los parámetros más sensibles a las condiciones de humedad en el suelo (Allamand, 1978; Freeman y otros, 1979; Smart y otros, 1974). Hardie y Considine (1976) señalan que una baja en la tasa de fotosíntesis y una pérdida de turgor de la baya, en la vid sometida a déficit hídrico, son las principales causas de menores rendimientos. Smart y otros (1974) indican que el peso del racimo, más que el número de

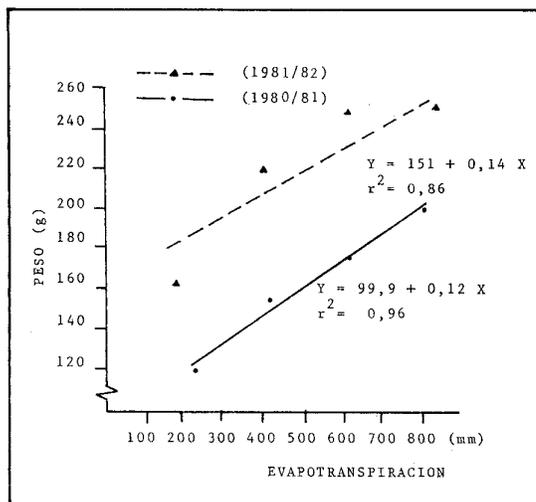


FIGURA 3. Relación entre peso de 100 bayas y evapotranspiración estimada en riego por goteo.

FIGURE 3. Relationship between weight of 100 berries and estimated evapotranspiration in drip irrigation.

racimos, es el componente de rendimiento más sensible al déficit hídrico, debido principalmente a la reducción del tamaño de la baya. La pérdida de turgor del fruto, inhibe la división y la elongación celular, afectando notoriamente el tamaño de la baya.

Al relacionar los resultados de las variables que mostraron diferencias significativas entre los niveles de riego, con el agua aplicada en cada uno de ellos, se observó una respuesta similar a la obtenida con la evapotranspiración estimada, para cada tratamiento, en todos los métodos probados.

CONCLUSIONES

Se encontró una función de respuesta lineal, al relacionar el peso del material podado con la evapo-

transpiración estimada en los tratamientos por goteo, encontrándose diferencias significativas en ambas temporadas analizadas.

El incremento en el perímetro del tronco entre una y otra temporada, fue afectado significativamente por los niveles de riego por goteo, obteniéndose la menor respuesta con 0,2 x EB.

Se observó una tendencia a obtener menor rendimiento con 0,2 x EB, con cualquier método de riego; pero no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

El peso de la baya fue el componente de rendimiento más sensible a los tratamientos de riego, encontrán-

dose diferencias significativas en una u otra temporada y con alguno de los métodos probados.

El peso de 100 bayas se relacionó linealmente con la evapotranspiración estimada para los tratamientos de goteo en ambas temporadas, siendo las diferencias significativas.

El número de racimos por planta, el índice de fertilidad de las yemas, el porcentaje de brotación y el número de bayas por racimo, no fueron afectados significativamente por los tratamientos de riego.

RESUMEN

En la Subestación Experimental Vicuña (INIA), se evaluó el efecto de aplicar alturas crecientes de agua a través de tres métodos de riego: surcos, aspersión y goteo, sobre el crecimiento vegetativo y la producción de la vid. Los tratamientos de riego se dieron con referencia a la evaporación de bandeja clase A (0,2 x EB; 0,5 x EB; 0,8 x EB y 1,1 x EB), durante las temporadas 1980/81 y 1981/82, en un parronal del cv. Moscatel Rosado plantado en 1974.

Se observó una tendencia a obtener un menor crecimiento vegetativo cuando se aplicaron bajas cantidades de agua (0,2 x EB), aunque sólo se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos por goteo. El peso de la poda se relacionó linealmente con la evapotranspiración estimada para los tratamientos

de goteo, presentando en ambas temporadas diferencias significativas.

El incremento en el perímetro del tronco, entre una y otra temporada con riego por goteo, mostró diferencias significativas, obteniéndose la menor respuesta con 0,2 x EB.

En los tres métodos de riego, se obtuvo la menor producción con 0,2 x EB, aunque las diferencias no fueron significativas. El peso del racimo y el de 100 bayas, fueron afectados significativamente por los tratamientos de riego dados por goteo. El peso de 100 bayas se relacionó linealmente con la evapotranspiración estimada para goteo, en ambas temporadas.

LITERATURA CITADA

- ALLAMAND, M. 1978. Efectos de diferentes niveles de humedad en el suelo, mantenidos durante una temporada, sobre la vid. Universidad de Chile, Santiago. 47 p. (tesis, Esc. Agronomía).
- BUTTROSE, M.S. 1974. Fruitfulness in grape vines: Effects of water stress. *Vitis* 12: 299-305.
- CASTRO, J. 1963. Diferentes niveles de humedad aprovechable del suelo en relación con la producción de la vid (*Vitis vinifera*). Universidad de Chile, Santiago. 81 p. (tesis, Esc. Agronomía).
- CONTRERAS, H. y PINTO, M. 1973. Distintas frecuencias de riego sobre crecimiento vegetativo, producción y calidad de mostos y vino, en vid (*Vitis vinifera*) variedad Cabernet Sauvignon. Universidad de Chile, Santiago. 86 p. (tesis, Esc. Agronomía).
- FREEMAN, B.M.; LEE, T.H.; and TURKINGTON, C.R. 1979. Interaction of irrigation and pruning level on growth and yield of Shiraz vines. *Am. J. Enol. Vitic.* 30 (3): 218-233.
- HARDIE, W.J. and CONSIDINE, J.A. 1976. Response of grapes to water-deficit stress in particular stages of development. *Am. J. Enol. Vitic.* 27 (2): 55-61.

- LAVIN, A. y SOTOMAYOR, J.P. 1984. Riego por goteo sobre dos tipos de viñedos cv. País, en el secano interior de Cauquenes. I. Efectos sobre producción y crecimiento de las plantas. *Agricultura Técnica (Chile)* 44 (1): 15–20.
- PEACOCK, W.L.; ROLSTON, D.E.; ALJIBURY, F.K.; and RAUSCHKLOB, R.S. 1977. Evaluating drip, flood and sprinkler irrigation of wine grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 28 (4): 193–195.
- SMART, R.E. 1974. Aspects of water relations of the grapevine (*Vitis vinifera*). *Am. J. Enol. Vitic.* 25 (2): 84–91.
- SMART, R.E.; TURKINGTON, C.R.; and EVANS, J.C. 1974. Grapevine response to furrow and trickle irrigation. *Am. J. Enol. Vitic.* 25 (2): 62–66.
- TOSSO, J. y TORRES, J.J. 1986. Relaciones hídricas de la vid bajo diferentes niveles de riego, usando goteo, aspersión y surcos. I. Evapotranspiración y eficiencia en el uso del agua. *Agricultura Técnica (Chile)* 46 (2): 193–198.
- WINKLER, A.J.; COOK, J.A.; KLIEWER, W.M.; and LIDER, L.A. 1974. *General Viticulture*. Univ. of California Press. Berkeley. 410 p.