



# 8

## **Elementos del clima y su influencia en la producción vitivinícola**



## Capítulo 8

# Elementos del clima y su influencia en la producción vitivinícola

## Referencias para el secano

**Marisol Reyes Muñoz**  
Ingeniera Agrónoma, Dr.  
INIA Raihuén

El cultivo de la vid se denomina viticultura y esta es una práctica que el hombre ha venido desarrollando desde hace 5 mil años. Así como en todos los cultivos, el factor climático ha sido determinante en la distribución de la especie en el planeta y en la determinación de la calidad de la uva tanto para ser procesada para obtención de vino, como para su consumo en fresco. Es así como en zonas de la viticultura tradicional de Europa y América, el clima, junto al suelo, el material vegetal y las técnicas de cultivo, es considerado dentro de los factores más relevantes en la vitivinicultura. Siendo entonces el clima un factor que el viticultor no puede controlar, la vid y la viticultura han debido adaptarse a los diversos climas y a los cambios que éste ha experimentado a lo largo de su historia.

Debido a su origen, en la cuenca del Mediterráneo y Oriente Medio, la vid es una planta bastante rústica, especialmente adaptada a las altas temperaturas y a condiciones de sequía. Sin embargo, también es capaz de vegetar en zonas más frías y húmedas. Cualquiera sea el lugar donde la vid se encuentre, el clima y los diferentes factores ambientales, van a tener efectos directos e indirectos sobre la fenología de la planta, la productividad y finalmente sobre la calidad de fruta y el vino.

A pesar de esta amplia adaptación de la vid a diferentes condiciones climáticas, se prevé que la modificación en la temperatura, precipitaciones, etc., a consecuencia del cambio climático, tendrá repercusiones sobre el hábitat de la vid y por lo tanto su distribución se verá afectada. En Chile, en las zonas

vitivinícolas de mayor relevancia económica, se proyecta que para el 2050, la superficie actual de vides disminuirá en un 47%. Esto debido principalmente a que las precipitaciones y la disponibilidad hídrica decrecerán drásticamente. Los valles del Maipo, Colchagua y Cachapoal serían los más afectados, en tanto que Aconcagua y Maule sufrirían algo menos. Sin embargo, en sectores precordilleranos y en la región de la Araucanía, las condiciones para el cultivo de la vid se verían mejoradas, haciendo que la disminución de la superficie nacional apta para la viticultura sólo disminuya en un 25%.

Además del traslado de la vid hacia el sur, los efectos del cambio climático incluirían modificaciones en la composición química y características organolépticas de las uvas, cambios en las fechas de maduración, modificaciones en la biología de plagas y enfermedades y variaciones en las necesidades de riego de las vides.

Ante este escenario y con un análisis de datos climáticos de más de 50 años, este capítulo describe los principales efectos que tienen la temperatura y la disponibilidad hídrica en la producción vitivinícola y las implicancias que podrían tener los cambios que se han detectado en clima del secano interior.

## **8.1. Zona de estudio**

Las referencias de clima y fenología a que se hacen referencia en este capítulo, corresponden a datos registrados en el Centro Experimental Cauquenes (CEC), ubicado en la ciudad del mismo nombre, dependiente del Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Los datos de clima comprenden desde 1964 a 2015, en tanto que la fenología abarcó 9 años.

Cauquenes se ubica dentro de la macroárea clasificada como secano interior, que incluye las comunas de Hualañe, Penciahue, Cauquenes y parte de San Javier en la región del Maule. Mientras que en la región de Ñuble se encuentran las comunas de Ninhue, San Nicolás, Portezuelo, Ranquil, Quillón, los sectores ponientes de las comunas de San Carlos, Chillán, Bulnes y parte de Coelemu. En esta macroárea se distinguen tres agroclimas: Hualañe, Cauquenes y Angol (Figura 8.1.). El agroclima Cauquenes se extiende entre los ríos Mataquito (-34,9833) e Itata (-36,3833) y abarca una superficie de 827.000 ha, pudiendo encontrarse suelos derivados de rocas metamórficas, graníticas, y suelos argílicos provenientes de sedimentos lacustres.

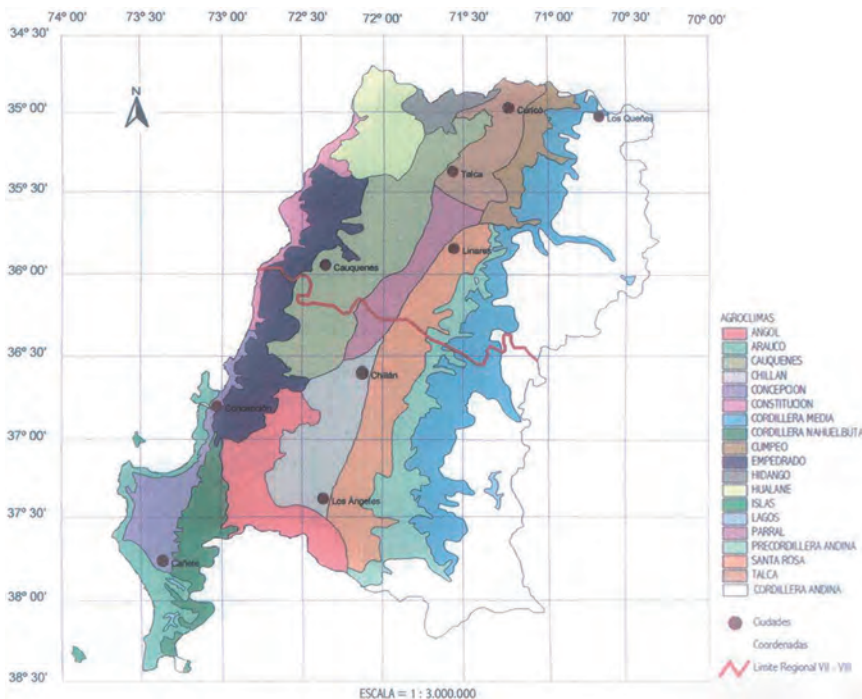


Figura 8.1. Mapa Secano interior. Del Pozo y Del Canto. 1999.

## 8.2. Factores climáticos y su efecto sobre vides y vinos

**Temperatura.** En términos generales las cosechas provenientes de zonas con temperaturas altas tienden a tener una mayor acumulación de azúcares y menor acidez, mientras que las de zonas frías será lo contrario, es decir, mayor acidez y menor azúcar. Sin embargo, el efecto de la temperatura será diferente según el estado fenológico en que la planta se encuentre.

El ciclo de vida de la vid se ha clasificado en diferentes estados, los que se denominan estados fenológicos y que debieran ser conocidos por cualquier viticultor, en especial para planificar las labores y poder relacionar el rendimiento o calidad final con el clima y su efecto en la vid. En el Cuadro 8.1. se muestran los principales estados fenológicos de la vid, los que serán mencionados más adelante.

**Cuadro 8.1.** Principales estados fenológicos de la vid y fechas de ocurrencia para las variedades Moscatel de Alejandría y País en el secano interior.

Estado Fenológico		Fecha de ocurrencia en el Secano interior*	
		País	Moscatel de Alejandría
Yema algononosa (Estado 3)		Entre primera y tercera semana de agosto	Desde tercera semana de agosto
Brotación (Estado 4)		Tercera semana de septiembre	Tercera semana de septiembre
Plena flor (Estado 23)		Última semana de noviembre a primera de diciembre	Última semana de noviembre a primera de diciembre
Pinta (Estado 35)		Principalmente entre segunda y tercera semana de febrero	Entre segunda y tercera semana de febrero
Madurez de cosecha (Estado 38)		Desde fines de marzo hasta mediados de abril	Entre mediados de marzo y primeros días de abril

\* Observaciones realizadas en las temporadas 2012 a 2018.

La yema invernal inicia su brotación en respuesta a la temperatura. Cada variedad tiene umbrales de temperatura particulares, habiéndose registrado desde 4,3°C a 11 °C. También la suma térmica (sumatoria de temperaturas sobre un umbral determinado, normalmente sobre 10°C en vid) para la manifestación de los diferentes estados fenológicos, difiere entre variedades.

En la zona de Cauquenes, para las variedades País y Moscatel de Alejandría, la yema puede iniciar su actividad a partir de la primera semana de agosto en algunos años. En este mes, las temperaturas mínimas y máximas fluctúan en promedio entre 3,4 y 15,7°C, con una media de 9,5°C (2010–2019).

Entre 30 y 40 días después de plena flor (DDPF), antes que se produzca la pinta, las células de las bayas se encuentran en división celular, período en que la temperatura óptima se encuentra entre 20 y 25°C. Esta etapa es muy importante debido a que durante ella se establecerá un primer piso para el tamaño final de las bayas. Temperaturas superiores a 30°C o inferiores a 15°C durante el período inmediatamente posterior a la cuaja pueden reducir significativamente el número de células de las bayas. Este período de división celular se extendería desde mediados de diciembre hasta la primera semana de febrero para Moscatel de Alejandría. En tanto que en País iría desde fines de diciembre hasta fines de enero. La temperatura promedio es de 19,5 y 21,2°C en diciembre y enero respectivamente, lo que estaría dentro del rango adecuado para la división celular.

Una vez que las bayas dejan de dividirse, comienzan el proceso de desarrollo de los frutos, aumentando su tamaño. En este período se inicia también la acumulación de azúcares en las bayas, los que se elaborarán a partir del proceso de fotosíntesis, por lo que la temperatura óptima es de alrededor de 25°C. Si las temperaturas son superiores a 30°C, podrían afectarse la fotosíntesis y por lo tanto impedir una adecuada madurez. Más aún, si la temperatura es muy alta (sobre 40°C) los azúcares podrían desviarse a otras partes de la planta, desfavoreciendo directamente la madurez de las bayas. Cabe señalar que las temperaturas ideales para la maduración de cada variedad presentarán ciertas diferencias, lo que debe ser considerado al plantar una nueva variedad en una zona determinada.

En el agroclima Cauquenes las temperaturas promedio en los meses estivales (19,4 - 21,2 y 20,4 ° C para diciembre, enero y febrero respectivamente), no presentan mayores variaciones en las últimas cinco décadas, sin embargo, en este período se ha registrado un incremento de diez días con temperaturas sobre 30°C en los meses de verano. Estudios realizados en INIA han demostrado que, un incremento promedio de 1,5 °C en la temperatura ambiente, reduce el crecimiento de brotes, baja la producción e incrementa la concentración de azúcar en las bayas y por lo tanto el nivel de alcohol en los vinos, en las variedades Cabernet Sauvignon y Syrah.

Durante el proceso de maduración, junto con la formación de azúcares, comienza el proceso de la formación del color en las bayas. En las variedades tintas el color estará dado por las antocianinas (compuesto fenólico) que se pueden encontrar en concentraciones que van desde 500 a 3.000 mg/kg, siendo su generación altamente dependiente de la temperatura. Sobre 35°C su formación se verá afectada negativamente y será óptima cuando se presenten temperaturas diarias constantes de 17 a 26°C junto a noches frías.

En general, la temperatura del aire durante el período de maduración juega un rol determinante en la acumulación de compuestos aromáticos y de color, teniendo un efecto importante en las características de los vinos. La temperatura del día influye la coloración y la obtención de aromas, pero las temperaturas frías nocturnas (inferiores a 14°C) tienen un efecto aún mayor. Bajo condiciones de escasa disponibilidad de agua y temperaturas diurnas elevadas, se han observado problemas de color en la variedad Syrah.

A pesar de estas elevadas temperaturas durante el período de maduración de la uva, la amplitud térmica (diferencia entre la máxima y mínima) entre enero y marzo promedia los 28°C, lo que es muy favorable para la formación de color y taninos (compuesto fenólico, de igual grupo que las antocianinas). De manera similar, la formación de azúcares se incrementa en zonas con una elevada amplitud térmica.

La formación de color también será fuertemente afectada por la luminosidad (que en exceso también puede ser nociva), la disponibilidad de agua y la escasez de nitrógeno en el suelo.

En el caso de los aromas, estos evolucionan paralelamente con los azúcares, hasta cuando la baya alcanza su mayor tamaño o un poco antes. En este caso son más favorables las temperaturas moderadas, que permitan una maduración lenta y prolongada. Otros factores, como las características microclimáticas del follaje, sistemas de conducción y manejo (como el deshoje), van a afectar la expresión de los aromas de manera particular según la variedad.

**Heladas.** Existen diferencias en la resistencia o tolerancia de las distintas variedades de vid: Cabernet Sauvignon y Riesling son consideradas resistentes, Chardonnay, Cot rouge y Syrah medianamente resistentes, en tanto que Merlot, Pinot gris y Viognier son consideradas sensibles. Sin embargo, el daño será directamente relacionado con el estado fenológico en que la planta se



encuentre, la intensidad y duración de la helada. Teniendo presente esto, se han definido umbrales referenciales de temperaturas críticas de heladas para la especie, de acuerdo al estado fenológico (Cuadro 8.2).

**Cuadro 8.2.** Temperaturas críticas de daño para cada estado fenológico y fecha probable de ocurrencia de cada estado, en variedades tradicionales del secano.

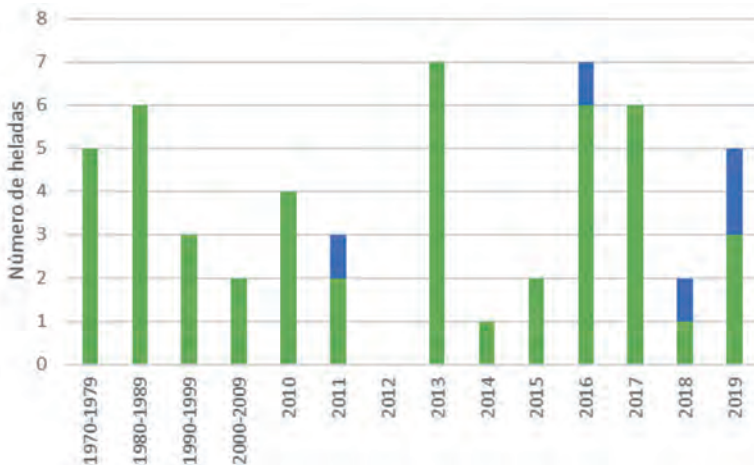
Estado fenológico (Según Coombe 1995)	Temperatura crítica de daño (°C)	Fecha de ocurrencia del estado* para País y Moscatel de Alejandría (Promedio GDA)
Receso (Estado 1)	-10 a -15	
Puntas verdes (Estado 5)	-2 a -3.5	M. de Alejandría: Última semana de septiembre a primera de octubre (89 GDA). País: última semana de septiembre a primera de octubre (79 GDA)
Aparición de racimos (Estado 15)	-1.9	M. de Alejandría: primeros 10 días de noviembre País: primeros 12 días de noviembre
Separación de racimos	-1.0	
Plena flor (Estado 23)	0	M. de Alejandría: Última semana de noviembre a primera de diciembre (339 GDA). País: la mayor frecuencia se encuentra entre la última de noviembre y primera de diciembre (420 GDA).
Fruto recién formado	0	

Fuente: adaptado de Cruz, C. 2014 y ODEPA 2013.

\*Fechas de ocurrencia de cada estado fenológico de acuerdo a registros fenológicos en Jardín de variedades ubicado en INIA Cauquenes entre 2011 y 2018.

\*\*GDA acumulados calculados en base a información de agromet.inia.cl, EMA Cauquenes.

Durante septiembre, mes en que se produce la brotación para las variedades Moscatel de Alejandría y País, generalmente no se registraba más de una helada en el secano interior, sin embargo, a partir del 2010 la cantidad de heladas en septiembre se incrementaron sustancialmente y desde 2011 se empezó a registrar heladas en octubre (Figura 8.2.). En septiembre del 2013 y primeros días de octubre en algunos lugares, se registraron heladas con temperaturas incluso inferiores a -2 °C, lo que generó cuantiosas pérdidas en la viticultura del país, en particular en las variedades blancas en las regiones de O'Higgins y Maule, donde se cuantificó 7.833 ha dañadas, con un promedio de pérdida del 47%.



**Figura 8.2.** Ocurrencia de heladas entre septiembre y octubre entre las décadas del 70 y 2019.

La reducción de producción a causa de una helada severa dependerá en parte de la cantidad de yemas que hayan iniciado su crecimiento, por lo que mientras más tarde se produzca una helada, mayor será el número de yemas afectas y por lo tanto mayor su efecto negativo en la producción, por esta razón las heladas tardías de primavera son tan preocupantes. Otro factor está relacionado con la fertilidad de las yemas secundarias, aquellas variedades como Cabernet Sauvignon, que tienen yemas secundarias fértiles, reducirán menos su producción al dañarse la yema primaria, ya que la secundaria puede suplir en parte la pérdida de producción de la primaria.

Si las heladas se producen en primavera, cuando los brotes están emergiendo o más tarde, con hojas inmaduras, éstas son muy sensibles a las bajas temperaturas. En este caso, si la helada afectó la parte superior del brote y no el racimo, el efecto en la producción podrá ser mitigado en parte raleando los racimos, para ajustar la carga que deberán alimentar las hojas sobrevivientes.

Avanzado el desarrollo de la vid, temperaturas consideradas “frescas” pueden causar problemas en el racimo. En Cabernet sauvignon se ha observado que temperaturas entre 9 y 12 °C durante un período de tres días, previo a floración, pueden afectar la formación y desarrollo de flores. En el secano la floración de la cepa País ocurre hasta la primera semana de diciembre, en tanto que la de Moscatel de Alejandría se extiende hasta mediados del mes. Es

normal en esta zona que las temperaturas mínimas medias durante el mes de diciembre sean de 11°C en el secano, lo que podría afectar la normal floración en algunas variedades y afectar su posterior producción.

Otro órgano que es afectado por la temperatura son las raíces, tanto su crecimiento como la movilización de nutrientes. En general pueden crecer con temperaturas de entre 5 y 10°C en el suelo. Lo normal en esta especie frutal es que se produzcan dos flujos de crecimiento de las raíces, uno en floración y otro en Pinta. Sin embargo, bajo condiciones de clima templado se pueden presentar cuatro flujos: el primero se produce hacia fines de invierno, cuando la temperatura del suelo alcanza los 10°C (normalmente la primera quincena de agosto para el secano interior, aunque varía de año en año). Este alcanza su máxima elongación después del crecimiento de brotes y puede extenderse hasta la floración. Antes de la Pinta puede ocurrir un segundo flujo, hacia fines de verano un tercero y otro en postcosecha con la caída de hojas. Sin embargo, la magnitud y ocurrencia de cada flujo estará determinada por la temperatura que alcance el suelo.

**Disponibilidad hídrica.** Se considera a la vid una planta tolerante a la sequía, incluso se señala que las mejores calidades de vinos se logran en zonas con pluviometrías entre 350 y 600 mm anuales. Sin embargo, la falta de agua tendrá diferentes efectos según el momento del desarrollo en que ésta se produzca y afectará de manera diferencial a los órganos de la planta. La distribución de los requerimientos hídricos, de acuerdo al estado fenológico en que la planta se encuentra, se presentan en el Cuadro 8.3.

**Cuadro 8.3.** Requerimientos hídricos según estado fenológico.

Período fenológico	Porcentaje respecto del total
Inicio de brotación	1,5
Floración	1,5
Floración a cuaja	10
Cuaja y pinta	43
Pinta a madurez	44

\* Adaptado de Ferreyra y Selles. 2013.

Cuando los inviernos son de baja pluviometría la brotación puede ser lenta y desuniforme. El crecimiento (longitud) de los brotes es afectado proporcionalmente según sea el déficit hídrico, es decir, mientras mayor es la magnitud de la sequía o déficit hídrico, menor será el largo de los brotes.

También la tasa de crecimiento de los brotes será más lenta en condiciones de estrés hídrico.

Si el déficit hídrico se presenta entre floración y cuaja, ésta será irregular y se intensificará la corredura o abscisión de flores y frutos. Entre cuaja y pinta se reducirá el tamaño de las bayas y por lo tanto se verá afectado el rendimiento final. Incluso, en situaciones de estrés severo en floración, se puede producir caída de racimos. También la producción de la siguiente temporada se puede afectar si el déficit se produce durante la inducción floral, la que ocurre antes de pinta. Cuando el estrés hídrico se produce después de pinta, el efecto sobre el tamaño de la baya es menor, sin embargo, si éste es muy severo las bayas pueden deshidratarse.

En algunos casos se utiliza el estrés hídrico como una herramienta para incrementar algunas características de calidad en los vinos como el color en tintos. Los fenoles, grupo al cual pertenecen las antocianinas, que son las responsables del color, aumentan cuando la viña es sometida a cierto estrés antes y después de pinta. Esto se debe al menor tamaño de bayas, a una mayor proporción piel/pulpa y a una mayor síntesis de estos compuestos.

También la concentración de azúcar en la baya puede afectarse frente a un déficit hídrico. Si este es constante y severo la maduración se retrasará. Si es moderado, de manera que reduce el follaje y un poco el crecimiento de las bayas, la concentración de azúcar y polifenoles aumentarán. Por su parte, la acidez disminuye cuando hay estrés antes del envero o pinta.

En variedades blancas, los compuestos aromáticos (terpenos) disminuyen con un estrés hídrico. Por otra parte, en variedades como Sauvignon blanc y Chenin blanc una alta disponibilidad de agua entre pinta y cosecha tiende a disminuir su calidad y aumentar el carácter herbáceo.

En cuanto a las raíces, éstas son sensibles incluso a pequeñas faltas de agua y su efecto se evidencia en un menor crecimiento en longitud y distribución. Por otra parte, suelos inundados también afectarán negativamente el desarrollo de la raíz, debido a que estas requieren la presencia de oxígeno para su desarrollo.

En términos de precipitación, el secano interior se caracteriza por tener una amplia variabilidad, con registros que van desde 200 a 1.200 mm anuales. Como promedio para el agroclima Cauquenes se señalan 676 mm, aunque

en los últimos 50 años se ha observado una tendencia a la baja, habiendo disminuido en 70 mm. Esto pone de manifiesto la necesidad de realizar labores tendientes a incrementar la capacidad “estanque” del suelo, ya sea mediante zanjas de infiltración u otros métodos que aprovechen las lluvias de la manera más eficiente posible.

### **8.3. Conclusiones y recomendaciones generales**

En general, tanto los efectos térmicos como los hídricos, tendrán diferentes consecuencias de acuerdo a las variedades y al estado fenológico en que la planta se encuentre, e incluso se presentarían serios problemas no sólo en la temporada en que ocurren sino también en la siguiente. Por esta razón es necesario conocer las principales características de las variedades, sus requerimientos térmicos según estados fenológicos e ir registrándolos, de manera que las decisiones de manejo que se tomen consideren más detenidamente el estado de desarrollo de la planta.

Por otra parte, y frente a un escenario global de más días con altas temperaturas, heladas primaverales y menor precipitación, entre otros, es necesario conocer nuestros viñedos, de manera que, ante un evento climático inesperado, disponer de las herramientas técnicas para privilegiar aquellos sectores que presenten una mayor rentabilidad. En segundo lugar, es necesario asumir que esta situación climática no se revertirá, al menos en el corto plazo, por lo tanto, hay que preparar el viñedo para enfrentar esta situación.

Considerando la relevancia que el agua invernal tiene para los viñedos de secano, es necesario realizar prácticas que permitan hacer un uso eficiente del agua invernal, mejorar su infiltración y retención en el suelo, evitar las pérdidas por escurrimiento, etc.

En cuanto a las altas temperaturas, actualmente se están probando cubiertas protectoras en parronales de uva para consumo en fresco, cuyos resultados pueden ser revisados en el Boletín INIA N° 402. También existen algunas experiencias en vides para vino, buscando disminuir la evapotranspiración y el consumo de agua. Aunque aún se requiere hacer diversos ajustes en su uso y manejo, pueden convertirse en una buena alternativa para aquellos viñedos en que la rentabilidad las justifique.

Para el secano interior, en especial el sur de éste, las condiciones de incremento de temperaturas podría ser un factor benéfico, ya que permitiría la maduración de variedades que antes no cumplían sus requerimientos térmicos. Sin embargo, cualquier emprendimiento que considere la plantación de nuevas variedades, debe ser evaluado considerando la variedad, porta injerto, sus requerimientos hídricos, riesgo de heladas o sistemas de control de éstas, profundidad de suelo, clima, condiciones de suelo, disponibilidad de mano de obra y la proyección económica que ésta pueda tener.

## 8.4. Literatura consultada

**Cruz, C. 2014.** Disponible en: <http://www.uvanova.cl/assets/heladas.pdf>. Consultado en mayo 2016.

**Del Pozo, A. y Del Canto, P. 1999.** Áreas agroclimáticas y sistemas productivos en la VII y VIII regiones. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu. Chillán, Chile. 115 p.

**Ferreira, R y Selles, G. 2007.** Algunas consideraciones para manejar el riego en vides. En: Muñoz, I., González, M y Selles, G. (Eds). Serie Actas N°39, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 196 p.

**Ferreira, R y Selles, G. 2013.** Manual de riego para especies frutales: uso eficiente del agua de riego y estrategias para enfrentar períodos de escasez. Boletín INIA 278. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 319 p.

**Gil G. y Pszczółkowski P. 2015.** Viticultura: Fundamentos para optimizar producción y calidad. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 669 p.

**Hannah, L., Roehrdanz, P., Ikegamib, M., Shephard, A., Shawc, R., Tabord, G., Zhie L., Marquetf, P., Hijmans, R. 2013.** Climate change, wine, and conservation. Proc Natl Acad Sci USA 110(17):6907-6912.

**Hidalgo, J. 2006.** La calidad del vino desde el viñedo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 389 p.

**Lavín, A. 2001.** Informes internos, programa de vitivinicultura Estación Experimental Cauquenes. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

**Reyes, M. 2018.** Informe proyecto “Aseguramiento de la sustentabilidad de la viticultura nacional frente a los nuevos escenarios que impone el cambio climático”. Código 502063-70. Centro Regional de Investigación Raihuen.

**Salazar-Parra, C., Selles, G. and Marfán, G. 2019.** Cubiertas plásticas en uva de mesa. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones agropecuarias, INIA. Boletín INIA N° 402. 86 p.