

CAPÍTULO 1

Requerimientos de Clima y Suelo

*Francisco Tapia C.
Antonio Ibacache G.
Mario Astorga P.*

Históricamente el olivo en Chile se ha catalogado como un cultivo marginal, al cual, por error, se ha asociado a climas de influencia marina, y las plantaciones se han relegado a zonas con limitaciones de suelo y agua. Aunque en su hábitat natural el olivo crece en situaciones extremas de suelo, pluviometría y temperatura, en general, éstas superan a las condiciones en las que se ha cultivado en nuestro país, obteniéndose producciones relativamente bajas. Sin embargo, en condiciones óptimas de cultivo, el olivo se desarrolla en muy buenas condiciones, expresando al máximo su potencial productivo, más aún si el manejo agronómico es el adecuado.

En el presente capítulo, se entregan los requerimientos básicos necesarios para un cultivo comercial de alta productividad.

Clima

El olivo proviene de un clima mediterráneo, el cual, a grandes rasgos, se caracteriza por presentar dos estaciones: una fría y húmeda, en la que la especie logra el receso o dormancia invernal, y la otra es calurosa y seca, que es cuando se produce la fructificación. En ese clima, durante la estación invernal se produce la acumulación de frío indispensable para que el olivo salga de la dormancia y alcance una floración uniforme, definiéndose la temperatura umbral de 12,5°, bajo el cual se produce la acumulación de frío u horas frío (HF).

De acuerdo a la experiencia de los países mediterráneos, las temperaturas de verano adecuadas para la fructificación no debieran superar los 35°C y tampoco ser inferiores a 25°C, requiriendo de una acumulación térmica para alcanzar un buen contenido de grasa o de azúcares en los frutos, ya sea para la extracción de aceite o para la elaboración de aceituna de mesa. Aunque el olivo es capaz de soportar altas temperaturas veraniegas, del orden de 40°C, sin sufrir quemaduras, su actividad se detiene cuando éstas superan los 35°C.

En el Cuadro 2, se indican los umbrales térmico y temperaturas críticas en diferentes estados de desarrollo del olivo.

Las primaveras muy calurosas, precedidas de inviernos fríos, concentran la floración, lo cual puede afectar también la fecundación, especialmente si la humedad relativa ambiental es baja (inferior a 50%). Por el contrario, las primaveras frías alargan el período de floración. En general, y sobre todo cuando la floración es extensa, las últimas flores en abrir producirían frutos partenocárpicos, es decir sin que hayan sido polinizadas, y que son de mala calidad. Existen

Cuadro 2. Temperaturas críticas y efecto en diferentes estados fenológicos en olivo

Órganos	Temperaturas (°C)	Efecto
Brotos tiernos	-5 a 0	Quemazón de ápices y heridas en ramillas.
Brotos menores de 1 año	-10 a -5	Muerte de ramillas.
Frutos	menos de 5	Daño de fruto, pérdida de cantidad y calidad de aceite.
Floración	15 a 20	Buena floración.
Maduración	25 a 35	Buena acumulación de aceite y azúcares, buen tamaño y color de fruto (mesa).

Fuente: Adaptado de Navarro y Parra, 2001

variedades en que es común la producción de frutos partenocárpicos (llamados también zofairones, en España, o uvilla, en Chile), lo que puede ser mejorado mediante el uso de variedades polinizantes y por aplicación de productos promotores del desarrollo del tubo polínico, como aspersiones de boro al follaje en plena floración.

Las yemas vegetativas no parecen tener necesidad de frío para iniciar su actividad. El crecimiento de los brotes se inicia cuando los días llegan a tener varias horas con temperaturas superior a 21°C.

La humedad ambiental excesiva y permanente favorece el desarrollo de enfermedades, especialmente aquellas causadas por hongos. Las nieblas son perjudiciales para el olivo, principalmente si se producen en el período de floración ya que provocan la caída de flores.

Temperatura

Acumulación térmica: para que los frutos alcancen la maduración requieren que se acumule una cantidad de calor desde inicios de floración hasta la madurez del fruto.

La acumulación térmica se expresa como "grados día" o cantidad de calor que se acumula en 24 horas por sobre una temperatura umbral (10°C). Para su cálculo se utiliza la temperatura media ($T^{\circ} \text{máx. más } T^{\circ} \text{min. dividido por 2}$). Por ejemplo, dos grados día significa que la temperatura media está dos grados sobre la temperatura umbral de 10°C, necesaria para alcanzar la maduración del fruto. De acuerdo a esto, para calcular la acumulación térmica mensual, se emplea la siguiente ecuación:

$$\text{Grados Día} = (T^{\circ} \text{media} - 10^{\circ}\text{C}) \times \text{N}^{\circ} \text{ de días del mes}$$

Se asume 0 cuando la temperatura media es menor o igual a 10 °C.

La acumulación térmica medida entre septiembre y junio para las principales zonas olivareras del país se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Acumulación de grados día entre septiembre y junio, en siete localidades olivereras de Chile

Localidad	Grados días
Azapa	2.877
Copiapó	2.227
Freirina	1.885
Vallenar	2.049
Ovalle	1.832
Illapel	1.507
Rancagua	1.331
Talca	1.748

La temperatura es un factor importante para el desarrollo del fruto. Por ejemplo, en las condiciones de Andalucía, en España, donde por más de cuatro meses las temperaturas oscilan entre 25 y 35°C, el fruto completa en ese período su maduración, alcanzando una mayor acumulación de aceite y azúcares y la coloración negra de la aceituna. En Chile, por estar a una latitud mayor, las temperaturas son más bajas, por lo que la maduración se retrasa y es muy difícil obtener colores negros de piel en variedades de mesa, especialmente la variedad Azapa (Sevillano). En el área de Ovalle, con acumulaciones térmicas cercana a 1.700 grados día entre los meses de septiembre y junio, en nueve meses, esta misma variedad alcanzó una producción de 8,4 t/ha en olivo de tres años, con alrededor de 21% de grasa total en fresco, pero, en esas condiciones, no logra una coloración total del fruto, siendo un rendimiento alto de acuerdo a variedades encontradas en la cuenca del mediterráneo.

Las variedades tienen distintas necesidades de acumulación de calor. Por ejemplo, la variedad Azapa logra su estado de madurez plena en el valle del mismo nombre, donde la acumulación térmica es de 2.877 grados días, no así en las áreas de la VI (Rancagua) y VII Región (Talca), en que la acumulación térmica es prácticamente la mitad. No se tiene claro cual es el comportamiento varietal de olivo en las diferentes zonas, en cuyo tema se encuentra trabajando el INIA para resolver estas interrogantes.

En el caso de aceitunas aceiteras es importante definir el rendimiento graso que se obtiene en las diferentes zonas, el cual será mayor en la medida que la acumulación térmica sea más alta. Para la cuenca del Mediterráneo se indica una acumulación de 4.100 grados días, condición ideal encontrada en la zona de origen del cultivo.

Acumulación de frío u horas frío: el ciclo productivo del olivo, junto con requerir de altas temperaturas para lograr la maduración de sus frutos, necesita que en el invierno, durante la estación de receso, las temperaturas ambientales sumen una determinada cantidad de horas bajo 12,5°C, lo cual es conocido como acumulación de horas frío.

No existe coincidencia entre diferentes investigadores sobre la necesidad de frío del olivo, sin embargo, hay antecedentes que frente a inviernos cálidos, la producción se ve afectada

negativamente. Con relación a lo anterior, se han realizado estudios para determinar la importancia de algunos órganos como acumuladores de frío y sus efectos sobre la cantidad y calidad de floración. Un grupo de investigadores españoles trabajando sobre la variedad Arbequina, determinó que las hojas son los principales órganos que intervienen en el proceso de acumulación de frío y que con un determinado número de horas frío acumuladas, la floración en la primavera siguiente era satisfactoria.

En este sentido, en nuestro país se tiene la experiencia que cuando los inviernos son cálidos, especialmente en los años que se manifiesta la corriente cálida marítima “El Niño”, las producciones siguientes son de menor intensidad, lo que indicaría que el frío invernal es necesario para mantener floraciones abundantes en olivo. En todo caso, en condiciones normales, el clima de las zonas olivareras de Chile, permiten la acumulación suficiente de frío durante el invierno, para la mayoría de las variedades tradicionales, existiendo variedades de bajo requerimiento de frío. Es el caso de ‘Azapa’ la cual se ha originado en las condiciones del desierto de Atacama. Sin embargo, cuando los inviernos son muy suaves, con temperaturas superiores a 15°C — situación que se da cuando se presenta el fenómeno climático de “El Niño” —, no se produce el receso invernal, lo que acarrea un desorden fenológico del olivo, que altera, en general, los procesos de floración y fructificación.

Las temperaturas que se alcanzan en las diferentes regiones de Chile son variables: el extremo norte es más caluroso, y presenta baja acumulación de frío, en cambio en la zona central (Talca), los veranos son calurosos y más cortos y en invierno las temperaturas son más bajas.

En el Cuadro 4, se muestran las temperaturas medias extremas mensuales en siete localidades de Chile donde se cultiva el olivo comercialmente: Azapa, Copiapó, Freirina, Vallenar, Ovalle, Illapel, Rancagua y Talca. Como se puede observar las temperaturas van disminuyendo gradualmente de norte (Azapa) a sur (Talca).

En el Cuadro 5, se presentan las horas frío bajo 12,5° C registradas durante el período de receso invernal en algunas áreas de las regiones de Atacama y Coquimbo.

El analizar los antecedentes del Cuadro 5, de horas frío (HF) acumuladas en Huasco y las producciones de aceitunas presentadas en la Figura 1, es posible apreciar una relación entre la disminución de HF y el descenso de la producción en la misma temporada.

Humedad relativa

La floración del olivo transcurre cuando las temperaturas de primavera comienzan a subir sobre los 15 a 17°C, lo que es un desencadenante para la salida del receso invernal. El primer evento fenológico que sucede es la floración, la que comienza con la hinchazón de yemas florales y su posterior desarrollo, hasta llegar a plena flor, donde se produce la polinización y posterior cuaja. Para que este proceso suceda exitosamente, deben darse temperaturas, en promedio, de 20°C en el día y una humedad relativa ambiental entre 60 y 80%. Si la situación es de humedad relativa inferior a 50%, la viabilidad del estigma, órgano de la flor destinado a recibir el grano de polen, se reduce a menos de tres días, lo cual es insuficiente para que se desarrolle el tubo polínico y la posterior cuaja del fruto. En este caso se produce una deshidratación del estigma.

Cuadro 4. Temperaturas (°C) máximas, mínimas y medias en las principales áreas donde se cultiva el olivo en Chile

Localidad	Temp. (°C)	Meses												N° años
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Azapa	Max	28,2	29,0	27,6	24,9	22,2	20,3	19,1	19,3	20,3	22,0	23,8	26,0	26
	Med	22,7	23,2	22,0	19,7	17,5	16,1	15,2	15,5	16,5	17,6	19,2	20,6	
	Min	17,2	17,4	16,4	14,5	12,8	11,9	11,3	11,8	12,7	13,3	14,6	15,2	
Copiapó	Max	28,7	28,7	27,1	24,3	21,8	20,2	20,0	21,2	22,8	24,4	25,9	27,4	43
	Med	20,9	20,8	19,3	16,8	14,5	12,7	12,5	13,5	14,8	16,3	17,9	19,6	
	Min	13,1	12,9	11,6	9,4	7,2	5,3	5,0	5,8	6,9	8,2	10,0	11,8	
Freirina	Max	23,5	23,8	22,2	20,7	19,2	17,7	18,0	18,2	19,5	19,8	21,0	23,0	6
	Med	18,6	18,9	17,6	16,5	14,3	13,0	12,8	13,2	14,2	14,9	16,2	18,1	
	Min	13,7	14,1	13,1	11,6	9,5	8,3	7,7	8,2	9,0	10,1	11,5	13,3	
Vallenar	Max	26,8	26,9	25,4	23,0	21,1	19,3	19,0	20,1	21,6	23,1	24,3	25,7	41
	Med	19,9	19,8	18,4	16,2	14,6	12,9	12,7	13,4	14,5	15,8	17,1	18,5	
	Min	13,0	12,8	11,5	9,5	8,1	6,6	6,4	6,7	7,5	8,6	10,0	11,4	
Ovalle	Max	26,9	26,4	25,0	22,2	19,8	17,6	16,7	18,0	19,9	22,7	24,1	26,2	9
	Med	19,4	18,9	17,6	15,4	13,4	11,8	11,0	11,8	13,2	15,3	16,7	18,8	
	Min	11,9	11,5	10,2	8,6	7,0	6,0	5,3	5,7	6,6	7,9	9,4	11,4	
Illapel	Max	26,3	25,1	24,0	21,0	18,9	15,7	15,4	17,1	17,0	19,0	22,4	25,3	5
	Med	18,5	18,2	17,0	14,7	13,0	10,6	10,0	11,3	11,7	13,1	15,6	17,4	
	Min	10,6	11,2	10,1	8,4	7,0	5,5	4,6	5,4	6,3	7,1	8,8	9,5	
Rancagua	Max	28,2	27,5	25,2	21,6	17,5	13,5	13,5	15,1	17,1	20,0	20,1	27,0	27
	Med	19,3	18,6	16,5	13,2	10,7	8,1	8,0	8,8	10,4	12,9	14,0	18,4	
	Min	10,5	9,8	7,9	4,9	4,0	2,7	2,5	2,6	3,7	5,8	7,9	9,8	
Talca	Max	30,7	29,9	26,7	21,4	16,6	13,2	13,2	15,4	17,9	21,8	25,4	28,6	15
	Med	21,4	20,5	18,1	14,1	10,9	8,3	8,3	9,5	11,4	14,5	17,3	19,6	
	Min	12,1	11,1	9,6	6,9	5,2	3,4	3,4	3,7	4,9	7,2	9,3	10,6	

Cuadro 5. Cantidad de horas-frío bajo 12,5°C registradas entre el 1 de mayo y el 30 de agosto

Localidad	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Media
Huasco	-	-	-	1.193	468	303	654
Cerrillos de Tamaya	2.063	1.629	-	2.066	2.249	-	2.002
Ovalle	1.965	1.930	1.987	1.600	1.523	-	1.801
Los Vilos	-	-	1.985	2.128	1.767	-	1.960
Illapel	2.091	1.725	2.300	2.337	1.990	-	2.089

Nota: Illapel y Ovalle, promedio últimos 5 años; Cerrillos de Tamaya, promedio de cuatro años, y Los Vilos, promedio últimos tres años.

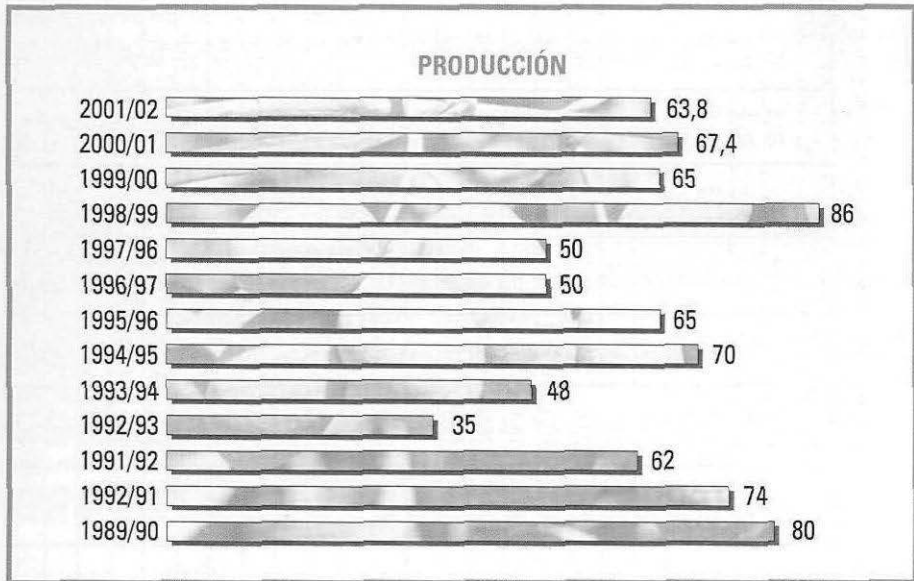


Figura 1. Producción histórica de 14 mil árboles del Fundo El Mirador (Huasco), entre las temporadas 1989/1990 y 2001/2002.

Por el contrario, cuando la humedad es cercana al 100%, el polen se hidrata aumentando de peso, lo que reduce el efecto de polinización anemófila (por el viento). Además, es posible que ante una hidratación excesiva, el grano de polen se destruya.

En el Cuadro 6, se presenta la humedad relativa ambiental existente en las principales zonas de producción del olivo en Chile.

La floración desde norte a sur se va produciendo con un desfase en el tiempo, la que sucede a fines de octubre en Azapa, principios de noviembre en Atacama, mediados del mismo mes en Coquimbo y hacia fines de noviembre en las regiones VI y VII. Con este antecedente es posible ver situaciones críticas en Freirina, por exceso de humedad ambiental, y por ambientes secos en Talca, lo cual aumentaría el riesgo de bajas producciones o marcado añerismo en aquellas zonas.

Cuadro 6. Humedad relativa ambiental media mensual promedio existente en las localidades olivares de Chile

Localidad	Humedad Relativa Ambiental (%) media mensual												Nº años
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Azapa	62,9	65,1	62,0	64,6	70,6	74,0	73,3	72,7	69,6	69,0	66,1	65,7	8
Copiapó	68,7	70,1	72,4	74,9	77,0	77,2	74,6	74,0	72,7	70,4	70,7	68,3	27
Huasco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Freirina	80,9	84,9	86,7	86,0	84,0	83,0	82,5	83,2	82,0	83,7	83,0	80,0	6
Vallenar	66,6	69,5	71,5	72,9	72,0	68,3	69,4	66,5	69,0	67,0	68,2	67,1	23
Ovalle	62,5	64,8	66,7	72,2	75,0	74,4	77,1	74,1	71,7	66,4	64,5	63,0	10
Illapel	59,4	60,1	60,6	62,6	64,6	66,2	63,6	63,9	65,5	64,6	59,3	57,6	5
Rancagua	56,8	61,5	63,3	66,2	75,5	81,8	81,6	78,4	75,1	70,7	62,6	58,5	21
Talca	54,4	57,4	65,2	73,4	82,8	86,2	85,4	80,6	75,1	69,3	62,2	55,8	36

Suelo

Aunque el olivo puede desarrollarse en suelos marginales, su productividad se ve disminuida cuando es cultivado en esas condiciones.

Pues bien, los requerimientos de suelo del olivo son similares al resto de los frutales en lo que se refiere a la parte física, es decir, profundidad, textura y aireación fundamentalmente. Se definen como adecuado a aquellos suelos de profundidad efectiva superior a 0,8 m, donde el crecimiento de raíces no sea impedido por algún tertel o napa freática. Los suelos cuya profundidad efectiva es inferior a lo indicado, se pueden mejorar construyendo camellones o



Foto 1. Cultivo de olivo sobre mesas o camellones (INIA Huasco).

alomados, que consiste en acumular suelos de las entre hileras en el sentido de la plantación, dejando mesas de alturas de 0,3 a 0,4 m y anchos de corona de por lo menos 1 m (Foto 1).

El nivel freático, idealmente, debe estar a una profundidad mayor a 3 m, de modo que no haya efecto de ascensión capilar del agua desde la napa, y no se malogre el ambiente de buena aireación para las raíces del olivo, el cual es muy sensible a asfixia radicular, es decir, a suelos anegados, o suelos compactados. Los suelos mullidos, de texturas franco a franco arenosas y con un contenido de materia orgánica superior al 2%, son los que representan una máxima potencialidad productiva de la especie.

Respecto de la tolerancia a suelos con problemas de salinidad, se puede decir que el olivo es una de las especies de mayor tolerancia y en este sentido es posible realizar plantaciones en suelos en que otros frutales ni siquiera sobrevivirían.

El olivo crece bien en suelos de reacción que van de moderadamente ácidos a moderadamente alcalinos (pH entre 5,5 y 8,5). Dentro de este rango, son preferibles aquellos suelos de pH inferior a 7,5, ya que con pH superior es difícil para la planta absorber, principalmente, los micronutrientes, lo que obliga a suplementar con fertilizantes de alto costo.

En general, el pH de los suelos son más básicos en el norte del país (Azapa) y más ácidos hacia el sur, encontrándose suelos de pH 6 o menos en el área de Talca.

La tolerancia a la salinidad, definida por la conductividad eléctrica (C.E.), expresada en deciSiemens por metro (dS/m), es bastante alevada, tolerando hasta menos de 4 dS/m sin que la potencialidad se afecte. Desde este valor hacia arriba, el rendimiento potencial disminuye proporcionalmente al incremento de la salinidad (Cuadro 7).

Cuadro 7. Limitación y efecto de la salinidad del suelo sobre la productividad del olivo

Tipo de limitación	Grado de limitación (efecto)		
	Ligero	Moderado	Severo
Salinidad total del suelo $C.E._{ps}$ (dS/m)	4	5	8
Salinidad del agua de riego $C.E._w$ (dS/m)	2,6	3,3	5,3
Reducción de la producción (%)	10	25	50
Toxicidad por boro (ppm en extracto de saturación)	2	-	-
Toxicidad por cloruros (meq/l en extracto de saturación)	10-15	-	-

Fuente: Adaptado de Freeman et al, 1994.

Existe una relación directa entre las precipitaciones y evapotranspiración con la salinidad de los suelos, siendo los suelos mas salinos aquellos pertenecientes a climas secos y de alta evapotranspiración, que aquellos de zonas de mayor pluviometría. También existen otros factores que incrementan los contenidos salinos de los suelos, como ser el riego con aguas de elevado contenido salino, aporte capilar de napas freáticas a la superficie del suelo, problemas de drenaje, entre otros.

Existen diferentes grados de tolerancia de las variedades de olivo a niveles de salinidad. Es así como el grupo de Investigadores de la Universidad de Córdoba ha definido estos grados de tolerancia a la salinidad en condiciones de laboratorio, regando con una solución salina de 100 mL de cloruro de sodio (NaCl) y evaluando el crecimiento del brote apical 49 días después de iniciado el tratamiento (Cuadro 8).

Cuadro 8. Crecimiento relativo de variedades de olivo en solución salina

Variedad	Crecimiento relativo (%)
Picual	70
Arbequina	48
Frantoio	44
Gordal Sevillana	44
Manzanilla de Sevilla	41

Fuente: adaptado de Marín L. et al. (1995).

En el Cuadro 8 se puede apreciar que la variedad Picual presenta un alto grado de tolerancia, reflejado en el crecimiento vegetativo. Sin embargo, de acuerdo a observaciones de campo,

realizadas en los trabajos que INIA Intihuasi está ejecutando en la región de Atacama, se ha podido evaluar el comportamiento de diferentes variedades, siendo discordantes respecto de la variedad Picual, la que ha tenido problemas cuando se ha cultivado en suelos de reacción básica (pH sobre 8,5) y C.E. superior a 5 dS/m.

En estos trabajos, se ha visto también que 'Kalamon', 'Azapa', 'Empeltre', 'Frantoio', 'Picholine', se han comportado muy bien en suelos altamente salinos (CE sobre 5 ds/m).

En iguales condiciones, las variedades Manzanilla Chilena y Leccino, han manifestado una tolerancia moderada.

Reconocida es la capacidad de supervivencia que presenta el olivo frente a períodos prolongados de sequía, situación habitual en el área mediterránea, cuna del cultivo. Sin embargo, cuando el olivo recibe cantidad y calidad de agua adecuadas, los rendimientos de producción de fruta se incrementan considerablemente, reduciéndose también el efecto de la alternancia de la producción.

Si bien es cierto, el olivo tolera muy bien la sequía, contrariamente, en suelos saturados se puede provocar la muerte del árbol, especialmente en la época de crecimiento; solo bastaría dos a tres semanas de suelo anegado para que el olivo muera. En invierno este período de tiempo puede ser de 1 a 2 meses, siempre que el olivo esté en pleno receso. Las necesidades hídricas y calidad de agua serán abordadas en el capítulo de riego.

Bibliografía

Civantos, L. 1996. Técnicas de Producción. En Enciclopedia Mundial del Olivo. Editorial Mundi-Prensa, Madrid.

CNR y Ciren-Corfo. 1997. Cálculo y Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile.

INIA. 2002. Manejo Moderno de Huertos de Olivo en el Valle de Huasco, Informe final. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Gobierno Regional de Atacama.

Marín L.; M. Benlloch; R. Fernández-Escobar. 1995. Screening of olive cultivars for salt tolerance. Short Communication. Scientia Horticulturae 64 (1995): 113-116

Navarro, C. y M. A. Parra. 2001. Plantación. En "El Cultivo del Olivo". Editorial Mundi-Prensa, Madrid.

Pastor, M; J. Castro; V. Vega, y M. Humanes. 2001. Sistemas de Manejo del Suelo. En "El Cultivo del Olivo". Editorial Mundi-Prensa, Madrid.