



## Capítulo 4:

### *Caracterización de suelo y clima para la Provincia de Cauquenes*

Autores:

**Marisol Reyes**  
Ingeniero Agrónomo Dr.  
INIA Raihuen

**Patricio Mejías**  
Ingeniero Agrónomo  
Estudiante de Postgrado  
Lincoln University







#### 4.1 Caracterización Climática

El denominado seco interior, corresponde a una extensa zona ubicada en la vertiente oriental de la cordillera de la costa (Del Pozo y del Canto, 1999). Abarcando a diversas comunas entre las regiones de O'Higgins, Maule y Biobío. En esta macroárea pueden distinguirse tres agroclimas: Hualañé, Cauquenes y Angol. El agroclima Cauquenes comprende una superficie de 827.000 ha y se extiende desde el río Mataquito al Itata (Del Pozo y del Canto, 1999). Bajo la dominancia de éste se encuentra la comuna de Cauquenes (35°58'S 71°17'W), cuyas características térmicas e hídricas se pueden ver en el Tabla 12.

**TABLA 12:** Características Térmicas e Hídricas de la Provincia de Cauquenes

|   |                                |        |
|---|--------------------------------|--------|
| <b>Condición térmica</b>                    | <b>Invernal</b>                |        |
|   | T° máxima (jul.)               | 13,6°C |
|   | T° mínima (jul.)               | 4,7°C  |
|   | T° media (jun.-ago.)           | 10,1°C |
|   | Radiación (jul.)               | 238    |
|   | <b>Estival</b>                 |        |
|   | T° máxima (ene.)               | 27,0°C |
|   | T° mínima (ene.)               | 12,5°C |
|   | T° media (dic.-mar.)           | 19,4°C |
|   | Radiación (ene)                | 726    |
|   | <b>Anual</b>                   |        |
|   | T° máxima                      | 21,0°C |
|   | T° mínima                      | 8,0°C  |
| T° media                                    | 14,7°C                         |        |
| Acumulación térmica anual (ST 5°C)          | 3518°C                         |        |
| Acumulación térmica anual (ST 10°C)         | 1727°C                         |        |
| Horas Frío                                  | 1154                           |        |
| Período libre de heladas (meses)            | 7                              |        |
| <b>Condición hídrica</b>                    | <b>Invernal</b>                |        |
|   | Precipitación (jun.-ago.)      | 386 mm |
|   | Evapotranspiración (jun.-ago.) | 90 mm  |
|   | Índice de humedad (jun.-ago.)  | 7,2    |
|   | <b>Estival</b>                 |        |
|   | Precipitación (dic.-mar.)      | 32 mm  |
|   | Evapotranspiración (dic.-mar.) | 732    |
|   | Índice de humedad (dic.-mar.)  | 0,0    |
|   | <b>Anual</b>                   |        |
|   | Precipitación (dic.-mar.)      | 676 mm |
| Evapotranspiración (dic.-mar.)              | 1244 mm                        |        |
| Largo de la Estación de crecimiento (meses) | 6                              |        |
| Largo de la Estación de crecimiento (meses) | 3                              |        |

**Fuente:** Adaptado de Del Pozo y Del Canto, 1999.



Durante el transcurso del proyecto para obtener la D.O. los datos climatológicos de la provincia de Cauquenes fueron registrados mediante la instalación de seis estaciones meteorológicas automáticas (EMA's) marca Campbell modelo CR1000 con sensores de temperatura y humedad del aire, dirección y velocidad del viento, radiación solar, pluviometría, además de temperatura de suelo a 10 cm. de profundidad y en superficie. Esta información fue sumada a los datos climatológicos históricos, existentes en el Centro Experimental Cauquenes.

Las EMA's fueron instaladas en los diversos sectores de la provincia de Cauquenes (Imagen 12): Sauzal, Coronel de Maule, Santa Sofía, Cauquenes, Los Despachos y Chanco (EMA trasladada desde la localidad de Pocillas a Chanco).

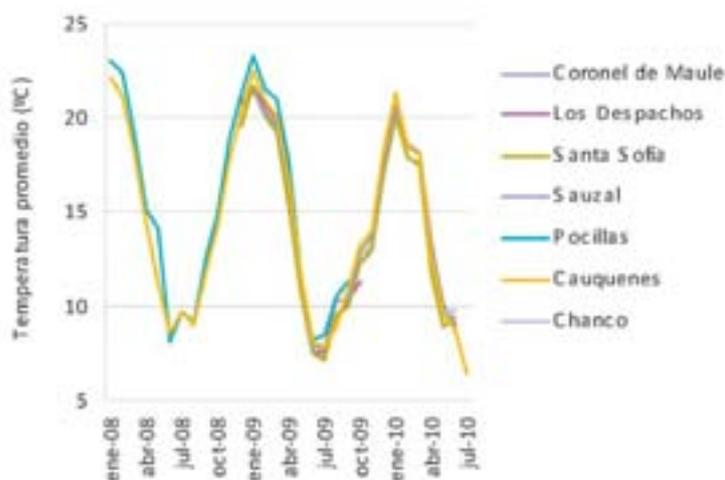


**IMAGEN 12:** Ubicación de las estaciones meteorológicas EMA's.

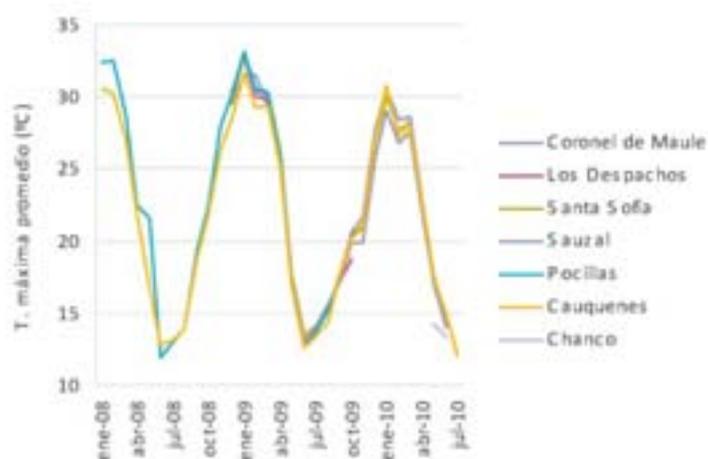
A continuación, se detallan algunos registros y otros datos obtenidos de la información de las EMA's. Esto para mostrar la variabilidad existente entre los distintos sectores de la Provincia.

#### **4.1.1 Temperatura**

La temperatura promedio fue bastante similar entre las Estaciones (Gráfico 8). Las temperaturas máximas y mínimas fueron 23,0°C y 8,11°C para el año 2008 y 23,31°C y 7,12°C para el 2009. Estos registros muestran una leve alza en las temperaturas máximas en relación a los datos históricos señalados por Del Pozo y Del Canto para la zona.



**GRAFICO 8.** Resumen de las temperaturas promedio registradas en Cauquenes en tres años.

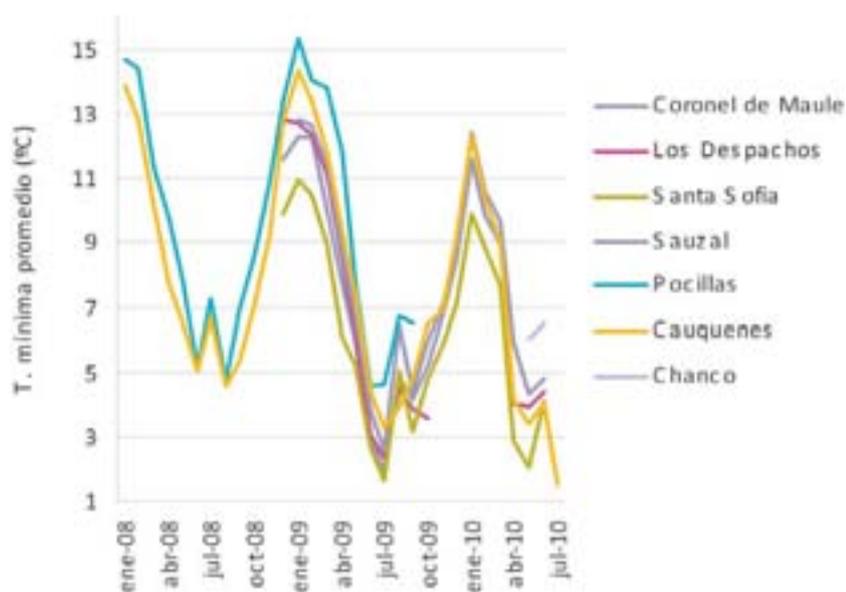


**GRAFICO 9.** Temperatura máxima promedio registrada en seis estaciones meteorológicas durante tres años.

En cuanto a las temperaturas máximas promedio, en la temporada 2009 la EMA instalada en la localidad de Pocillas registró en promedio las temperaturas más altas (Gráfico 9). En la temporada 2010 los registros promedio más altos se alcanzaron en la EMA ubicada en el Centro Experimental Cauquenes de INIA (Gráfico 9).

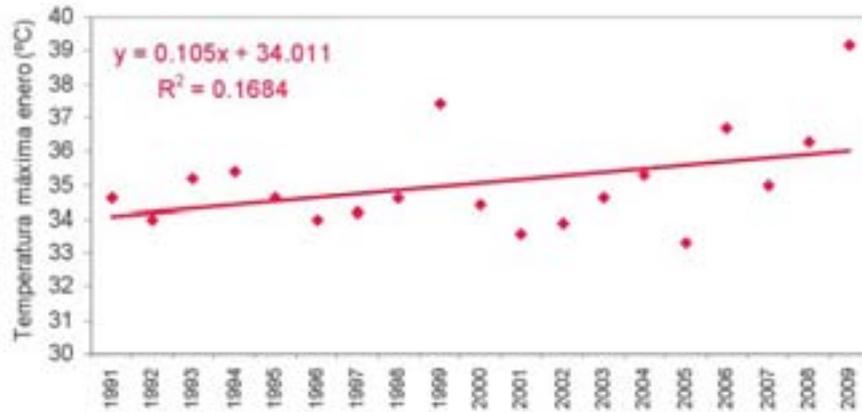


El Gráfico 10, muestra las oscilaciones de las temperaturas mínimas mensuales registradas en la Provincia de Cauquenes. Respecto de éstas, la mayor parte del año en el sector de Santa Sofía fue donde se registraron las temperaturas promedio más bajas (Gráfico 10). Mientras que las temperaturas mínimas promedio más altas se registraron en el sector oriente de la provincia, específicamente en las EMA's Cauquenes y Pocillas.

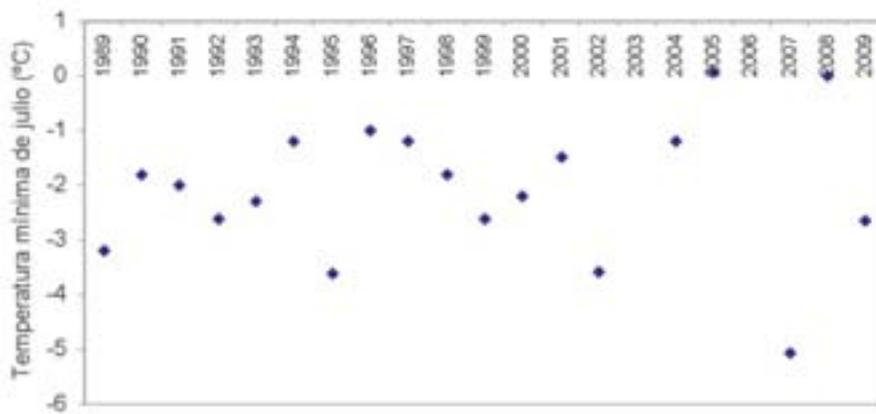


**GRAFICO 10:** Temperaturas mínimas registradas por seis estaciones meteorológicas en la Provincia de Cauquenes en tres años.

En cuanto al comportamiento histórico de las temperaturas, registrado en la Estación Cauquenes, las máximas de enero, el mes más cálido, muestran una leve tendencia al alza (Gráfico 11). Respecto de las mínimas históricas del mes más frío (julio), en general se encuentra entre -1 y -3°C (Gráfico 12), siendo -5,7 (2007) la temperatura más baja registrada en el período medido. Excluyendo ese año y ajustando una regresión (no mostrado), se ve una tendencia al aumento de las temperaturas mínimas.



**GRAFICO 11:** Comportamiento histórico de las temperaturas máximas de enero. Estación Cauquenes.

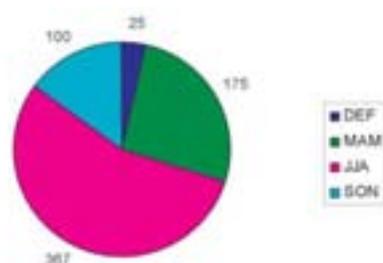


**GRAFICO 12:** Comportamiento histórico de las temperaturas mínimas de julio. Estación Cauquenes.



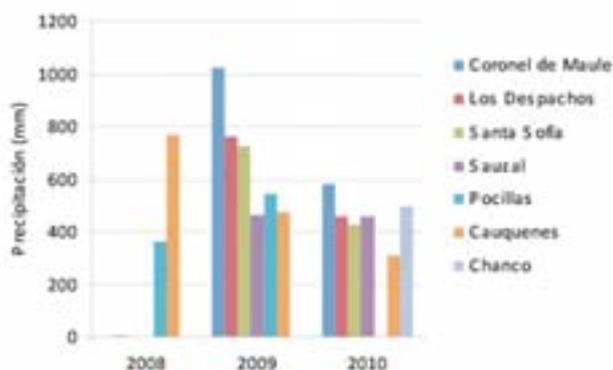
#### 4.1.2 Precipitaciones

La distribución de las precipitaciones, registrada por 20 años en la estación Cauquenes, se concentra en el trimestre junio-agosto (JJA) con casi el 50% de ellas (Gráfico 13). El promedio anual alcanza a 667 mm (Del Pozo y del Canto, 1999). De acuerdo a Novoa *et al.* (1989), en el secano existirían seis meses de aridez, desde noviembre hasta abril inclusive y adicionalmente, uno a dos de semiaridez, siendo la duración de este período la limitante más importante para la producción primaria (Ovalle, 1994).



**GRAFICO 13:** Distribución trimestral de las precipitaciones en Cauquenes.  
Fuente: Adaptado de Del Pozo y Del Canto, 1999.

En este caso se tienen los registros completos de las precipitaciones de los años 2009 y 2010 (Gráfico 14). De estos se pudo observar una alta variabilidad entre temporadas y entre sectores. En el año 2009, en Coronel de Maule, localidad ubicada al sur poniente de la comuna de Cauquenes, se registraron 1024 mm y en la localidad de Sauzal, al noreste de Cauquenes, sólo 465 mm. En tanto que en el año 2010, en algunas localidades las precipitaciones disminuyeron en más de un 40%. A pesar de esta disminución, Coronel de Maule se mantuvo como la zona más lluviosa dentro del área de estudio.

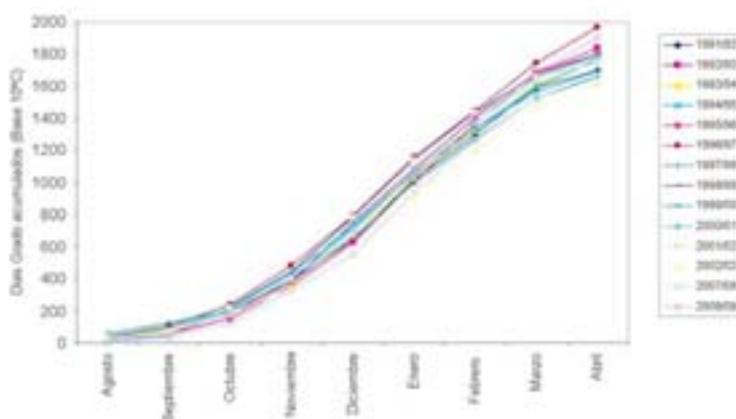


**GRAFICO 14:** Precipitaciones registradas en seis estaciones meteorológicas ubicadas en la Provincia de Cauquenes.



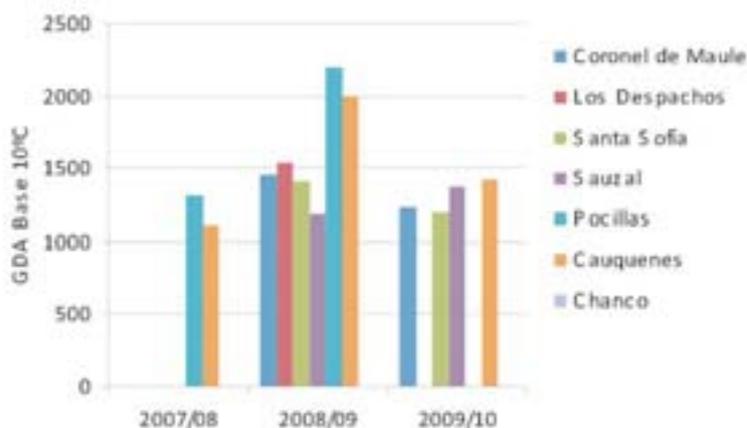
#### 4.1.3 Acumulación de Grados Día (GDA).

El antecedente histórico fue calculado sobre la base de los datos registrados en la estación metereologica ubicada en el CE Cauquenes (Gráfico 15). Este cálculo se hizo tomando como temperatura base 10°C, umbral de crecimiento de las vides. En las 14 temporadas evaluadas, este indicador varió entre 1619 y 1965 GDA, siendo 1727 GDA lo que indica la literatura para Cauquenes (Del Pozo y Del Canto, 1999). Evaluaciones realizadas en la misma zona, mostraron que 46 variedades de vid para mesa, podían completar su ciclo fenológico bajo las condiciones climáticas del sector (Lavín y Reyes, 2010).



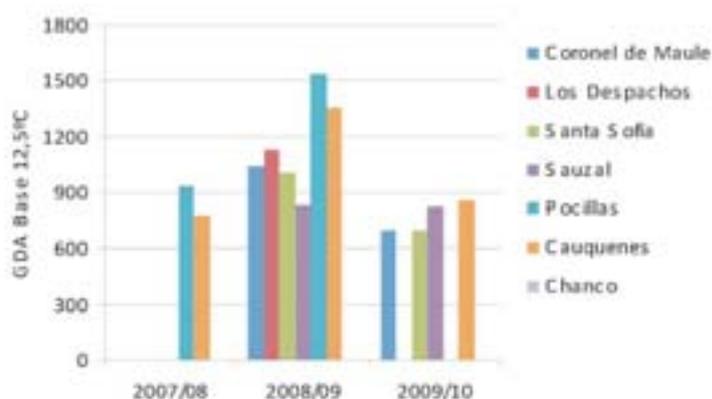
**GRAFICO 15:** Acumulación de Grados Día ( $T^{\circ}>10^{\circ}\text{C}$ ) en la estación metereológica en el CE Cauquenes.

La variación de GDA, en base a 10°C para vides y 12.5°C para olivos, en las temporadas evaluadas, se muestra en las Gráficos 15 y 16. Se considera que la vid requiere de 900 a 1.500 grados-día como suma térmica entre yema hinchada y cosecha (Ciren-Corfo, 1989), por lo que estos requerimientos serían en general cumplidos en las distintas localidades.



**GRAFICO 16:** Resumen anual de grados día acumulados en Cauquenes (base 10°C) durante tres años.

En cuanto a los olivos, estos acumulan temperaturas sobre 12,5°C. Estudios realizados en las variedades del Banco de Germoplasma del Campo Experimental de Huasco, identificaron entre 1218 y 1313 GD los requerimientos de unidades de calor (Base 12,5) para las variedades allí evaluadas (Ibacache, 2009). Valores similares a éstos sólo fueron alcanzados en las estaciones de Coronel de Maule y Cauquenes (Gráfico 17) en una de las temporadas evaluadas. Esto podría generar problemas en el momento de la cosecha, ya que la demora en alcanzar la madurez, podría exponer los frutos a las primeras heladas otoñales, las cuales dañan el fruto y deterioran la calidad del aceite. En la temporada 2009/10, en que los requerimientos de temperatura no fueron satisfechos, si bien la cosecha fue tardía no se presentaron defectos en los aceites debido a la ocurrencia de heladas.

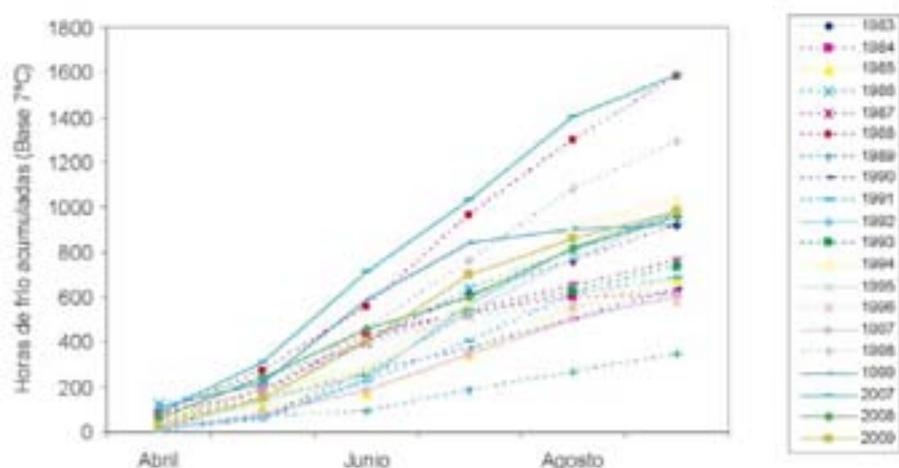


**GRAFICO 17:** Acumulación de grados día (base 12,5°C) acumulados en Cauquenes durante tres años.



#### 4.1.4 Horas de Frío

La acumulación de horas frío (HFA) históricas, registradas en la estación meteorológica Cauquenes (Gráfico 18), muestra una alta variabilidad entre temporadas, desde 361 hasta 1672 HFA ( $T^{\circ}\leq 7^{\circ}\text{C}$ ). Estudios en vides de mesa y viníferas en la zona, han demostrado que, en la zona de Cauquenes, la vid no es afectada por falta de acumulación de horas de frío.

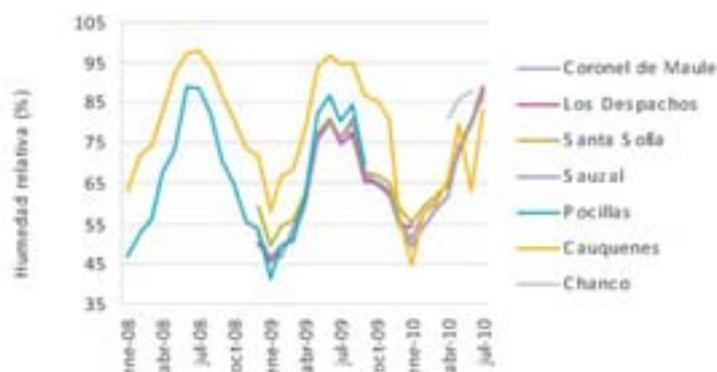


**GRAFICO 18:** Acumulación de Horas Frío ( $T^{\circ}\leq 7^{\circ}\text{C}$ ) en la estación meteorológica del CE Cauquenes.

#### 4.1.5 Humedad Relativa Promedio

La humedad relativa (Gráfico 19) presentó una importante oscilación estacional, siendo máxima en el período invernal, con valores incluso superiores al 90% y mínima en el periodo estival, principalmente enero, con valores cercanos al 40%. Ovalle (1994) señala que en verano, en las horas de mayor calor, la HR puede descender incluso a 20%, lo que junto a la presencia de vientos secos del sur, induce altas demandas evaporativas que las plantas no pueden satisfacer, esto las hace cerrar sus estomas con la consiguiente reducción en los tiempos de asimilación y por lo tanto, en los índices productivos de las especies que crecen en ese período.

Otro hecho importante de destacar es la baja influencia de la humedad oceánica, comparado con las zonas costeras, lo que favorece extremadamente la baja influencia de enfermedades en el secano interior (Ovalle, 1994). En relación a las distintas estaciones monitoreadas, la ubicada en Cauquenes generalmente registró los mayores valores de HR (Gráfico 19).



**GRAFICO 19:** Humedad relativa promedio registrada en Cauquenes durante tres años.

#### 4.2 Caracterización de Suelo

La zona del secano interior, entre los 35 y 37° de latitud sur, comprende una parte de las tres grandes unidades geológicas características de Chile Central: la zona granítica, metamórfica y depresión central (Ovalle, 1994). La geoforma de la provincia de Cauquenes incluye un gran sector de secano interior, de topografía plana con lomajes de pendiente variable, que se corresponde con la zona más seca y abarca principalmente la comuna de Cauquenes (CONAF, 2009). Hacia el Poniente se encuentra la Cordillera de la Costa cubierta de plantaciones forestales y bosques nativos fragmentados que concentran valores únicos de biodiversidad. Finalmente, el tercer sector se atribuye a la línea de costa y los lomajes del secano costero, zonas que presentan mayor precipitación y menor variación de la temperatura y donde se localizan, fundamentalmente, las comunas de Pelluhue y Chanco (CONAF, 2009).

Los suelos son de origen graníticos y metamórficos en el secano interior y terrazas marinas en el secano costero (Pinochet de la Barra, 1983). Los suelos graníticos presentan una avanzada descomposición de las rocas hasta gran profundidad, lo que los hace muy sensibles a la erosión hídrica (Ovalle, 1994). La calidad de los suelos es limitada debido su origen (lacustre e in situ), su posición topográfica y su deficiente drenaje interno. No obstante, existe una gran diversidad de tipologías de suelo según la zona o sector donde se desarrollan. En la comuna de Cauquenes se encuentran suelos sedimentarios de origen lacustre delgado, de permeabilidad muy lenta y escurrimiento superficial lento. Igualmente, se localizan suelos de textura superficial franco arenosa así como suelos de estructura prismática gruesa y textura franco arcillosa (CONAF, 2009). La capacidad de uso de los suelos señala su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos e indica las dificultades y riesgos que se pueden presentar al usarlos.



En este sentido, sólo 989,6 hectáreas del total son de riego, lo que representa el 0,32% de la superficie total (Tabla 13). Por otra parte, 80.907 hectáreas son de secano arable, con el 26,09% y por último, 228.184,8 hectáreas, con el 73,59%, corresponden a secano no arable (CONAF, 2009).

Los suelos de capacidad de uso I y II de riego y secano arable tienen pocas limitaciones que restrinjan su explotación, por lo que disfrutan de buena aptitud para cultivo de cereales, chacras, viñas y frutales. Los de III de riego y secano arable presentan moderadas limitaciones en su uso agrícola, contando el territorio de acuerdo a esta información con 23.357,4 hectáreas (Tabla 13). Por otra parte, la superficie con aptitud forestal bordea las 282.000 hectáreas, lo que representa el 91,01 % de la superficie total (Tabla 13) (CONAF, 2009).

**TABLA 13:** Usos del Suelo de la Provincia de Cauquenes según su Capacidad Productiva

| Capacidad de uso | Comuna           |                 |                 | Territorio %     |            |       |
|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------|-------|
|                  | Cauquenes        | Chanco          | Pelluhue        |                  |            |       |
| <b>RIEGO</b>     |                  |                 |                 |                  |            |       |
| I                | -                | -               | -               | -                | -          |       |
| II               | -                | -               | 83,5            | 83,5             | 0,03       |       |
| III              | 748,9            | 40,4            | 1,4             | 790,7            | 0,25       |       |
| IV               | 115,2            | -               | 0,2             | 115,4            | 0,04       |       |
| Total riego      | 864,1            | 40,4            | 85,1            | 989,6            | 0,32       |       |
| <b>SECANO</b>    |                  |                 |                 |                  |            |       |
| Arable           | I                | -               | 43,5            | 1,3              | 44,8       | 0,01  |
|                  | II               | 321,2           | 24,6            | -                | 345,8      | 0,11  |
|                  | III              | 11.438,6        | 9.116,1         | 1.538,1          | 22.092,8   | 7,12  |
|                  | IV               | 39.902,0        | 7.641,4         | 10.880,2         | 28.423,6   | 26,09 |
|                  | Total            | 51.661,8        | 16.825,6        | 12.419,6         | 80.907,0   | 26,09 |
| No Arable        | V                | 186,1           | 5,6             | -                | 191,7      | 0,06  |
|                  | VI               | 90.217,2        | 3.835,3         | 7.626,0          | 101.678,5  | 32,79 |
|                  | VII              | 78.338,2        | 29.219,7        | 14.249,9         | 121.807,8  | 39,28 |
|                  | VIII             | 714,2           | 2.573,9         | 1.218,7          | 4.506,8    | 1,45  |
|                  | Total            | 169.455,7       | 35.634,5        | 23.094,6         | 228.184,8  | 73,59 |
| <b>TOTAL</b>     | <b>221.981,6</b> | <b>52.500,5</b> | <b>35.599,3</b> | <b>310.081,4</b> | <b>100</b> |       |

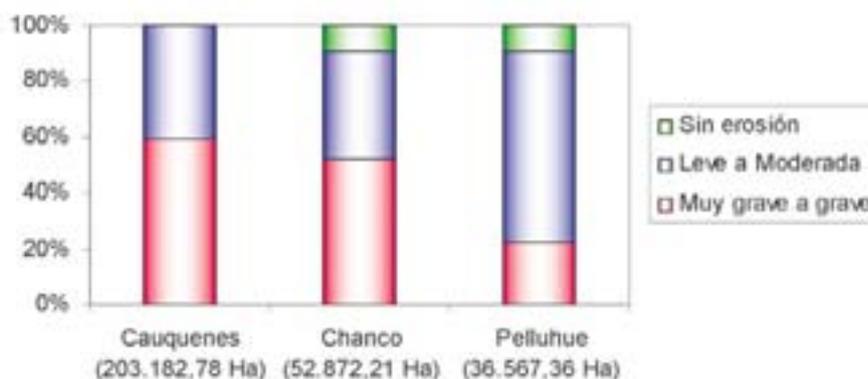
**FUENTE:** Adaptado de: Conaf, 2009.

Las características del suelo, unido a los fenómenos erosivos, y la falta de riego limitan la actividad económica, especialmente el desarrollo de sistemas



siguiente: en el sector poniente de la Cordillera de la Costa y en la costa se localizan suelos con aptitud forestal en las posiciones altas; en las intermedias, se desarrollan terrazas donde es posible establecer cultivos tradicionales y no tradicionales; y en las zonas bajas, se encuentran depresiones de mal drenaje en las que se acumulan aguas invernales y en las que sólo se realizan siembras de primavera-verano (CONAF, 2009). Investigaciones realizadas en el Centro Experimental Cauquenes de INIA, han demostrado la factibilidad de producir diversas especies frutales en el secano interior y costero, siempre que se cuente con suficiente cantidad de agua para el riego (Lavín y Silva, 2001; Lavín y Matsuya, 2004, Lavín y Reyes, 2005), siendo el suelo un elemento restrictivo sólo para algunas especies, como es el caso del nogal. Una especie de amplia y antigua distribución en la zona de Cauquenes es la vid, esta zona presenta condiciones agroclimáticas muy favorables para la obtención de vinos con sello propio, cultivándose incluso bajo condiciones de secano (Lavín y Sotomayor, 1994).

La erosión del suelo es uno de los fenómenos más relevantes que afectan la provincia de Cauquenes, algunos estudios señalan que aproximadamente el 97% del suelo presenta problemas de erosión, destacando Cauquenes por ser la comuna más aquejada, con el 100% de la superficie erosionada (Gráfico 20) (CONAF, 2009). Esta situación, lamentablemente, es similar a lo que ha sucedido en la principal área olivícola del mundo (Andalucía), donde los olivares han subsistido a largos períodos de erosión causado por el hombre, lo que sin embargo ha permitido al olivo ser uno de los pocos cultivos que sobreviven frente a condiciones tan adversas de calidad de suelos.



**GRAFICO 20:** Superficie de terrenos erosionados por comuna en la provincia de Cauquenes.

FUENTE: Elaborado sobre la base de: CONAF, 2009 "Territorios de Planificación Región del Maule"



### 4.3 Análisis Químicos

El contenido de los distintos nutrientes del suelo fue determinado mediante análisis completo de éste, realizado en el laboratorio de INIA Quilamapu. Las muestras fueron recolectadas en todos los predios donde se realizaron seguimientos, completando 17 sectores analizados.

Con un promedio de 6,1 y una desviación de 0,5 (Tabla 14), el pH de los suelos es bastante acotado y se encuentra dentro de los rangos señalados por Ovalle y del Pozo (1994) para los suelos graníticos del seco. Evaluaciones realizadas durante 10 años, en comunas del seco interior y costero, revelaron valores de pH medios para ambos casos y una distribución de muestras que indicaba que sobre el 50% de ellas presentaba valores considerados bajos (Ortega 2000). En general, la mayor parte de los nutrientes esenciales se encuentran disponibles con valores de pH entre 6 y 7, por lo que los sectores analizados no debieran tener problemas de disponibilidad de nutrientes debido al pH de los suelos.

Prospecciones realizadas en el seco interior arrojaron que el 60% de los suelos muestreados presentaban niveles de materia orgánica (MO) menores al 2%, lo que es considerado muy bajo y alrededor del 30% con niveles bajos, entre un 2 y 3% (Ovalle, 1994). Los datos registrados en los sectores evaluados en este estudio ubican el 40% de las muestras en un rango bajo (2 a 3 %) y un 35% con niveles muy bajos de MO (Tabla 14). En términos agronómicos, mientras mayor sea la materia orgánica de un suelo, se considera que habrá una mejor condición física, mayor fertilidad y mejor ambiente biológico de éste y por otra parte, el efecto residual de los herbicidas suelo activos será menor. En el caso de los viñedos de seco la mayor parte del control de malezas se realiza por medios mecánicos, manuales, por tracción animal o por maquinaria.

Los tenores de nitrógeno, fósforo y potasio en los suelos del seco, son en general bajos y se encuentran dentro de las limitantes de fertilidad de ellos (Ovalle, 1994; Ortega, 2000), razón por la cual eran esperables los niveles registrados para estos elementos. En el caso de nitrógeno, el 70% de las muestras estaba en niveles inferiores a 5 ppm (partes por millón) (Tabla 14), lo que es considerado muy bajo. En el caso del fósforo, los niveles fueron medios, con un promedio de 10,94 (Tabla 14). Mientras que los contenidos de potasio se encontraron en un nivel medio, promediando 177 ppm y con el 80% de las muestras entre 100 y 250 ppm.



En cuanto a los cationes de intercambio (Tabla 14), casi el 90% de las muestras tiene niveles bajos de Ca (menores a 4 cmol/kg); el magnesio se encontró en niveles medios, promediando 0,87 cmol/kg; el potasio osciló principalmente entre niveles bajos a medios (100-220 cmol/kg), mientras que el sodio se encontró desde niveles medios a muy altos (0,2 a 0,6 cmol/kg).

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es en general muy baja, con el 76% de las muestras en un nivel inferior a 5 meq./100 g (Tabla 14).

El porcentaje de saturación de aluminio en el 76% de las muestras es inferior al 2% (Tabla 14), lo que es considerado muy bajo. El 25% restante varía entre un nivel muy alto (26%) a medio (12%).

Entre los microelementos evaluados: los niveles de zinc variaron entre tenores muy bajos, bajos y medios en proporciones similares (Tabla 14), la literatura señala que en frutales y vides, en suelos graníticos del secano, debe prestarse atención a la disponibilidad de este elemento (Ovalle, 1994). El hierro se encontró en niveles superiores a 4,5 ppm., valor desde el que se considera alto. Similar cosa sucedió con el Cu y Mn, los que en un 90 y 95 % de las muestras, respectivamente, se encontraban altos. El boro, en un 50% de las muestras estuvo en niveles muy bajos (<0,2), mientras que el resto se dividió entre tenores bajos y medios proporcionalmente. Este microelemento generalmente se encuentra en bajos niveles en los suelos de secano. Finalmente, el azufre, en un 59% de las muestras realizadas estuvo bajo 4 ppm, nivel considerado muy bajo (Tabla 14).

La conductividad eléctrica de los suelos evaluados, es muy baja promediando 0,03 dS/m (Tabla 14).



**TABLA 14: Análisis Químico de los Suelos Evaluados.**

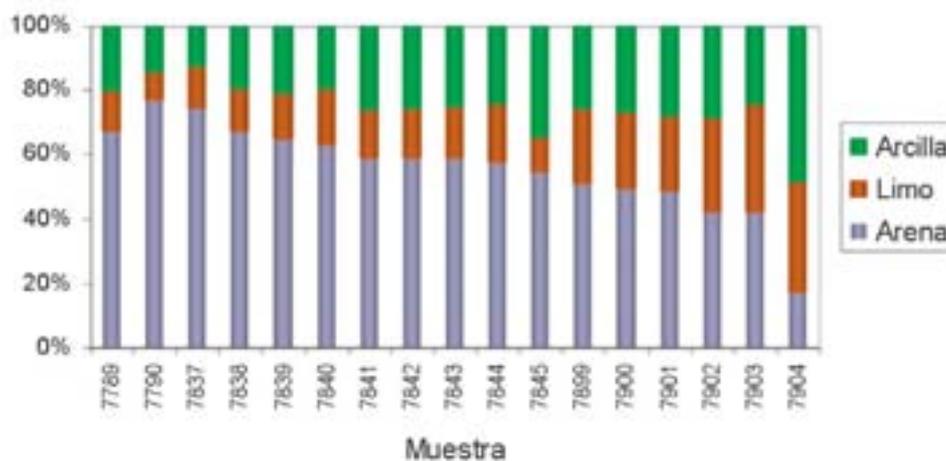
| Nº LAB.        | pH   | Mt.O. H2O % | N     | P     | K      | Ca    | Mg         | K          | Na   | Al   | CICE  | Sat. Aluminio % | Zn   | Fe    | Cu   | Mn     | B    | S     | CE 1:5 |
|----------------|------|-------------|-------|-------|--------|-------|------------|------------|------|------|-------|-----------------|------|-------|------|--------|------|-------|--------|
|                |      |             | ppm   | ppm   | ppm    | ppm   | cmol(+)/kg | cmol(+)/kg | kg   | kg   |       |                 | ppm  | ppm   | ppm  | ppm    | ppm  | ppm   | ds/m   |
| 134735         | 5,82 | 3,32        | 4,7   | 14,60 | 133,6  | 1,43  | 0,44       | 0,34       | 0,01 | 0,29 | 2,51  | 11,75           | 0,28 | 27,48 | 0,54 | 4,38   | 0,18 | 3,32  | 0,02   |
| 134736         | 5,60 | 2,48        | 4,3   | 6,76  | 101,8  | 1,45  | 0,52       | 0,26       | 0,05 | 0,67 | 2,95  | 22,72           | 0,23 | 20,45 | 0,65 | 15,05  | 0,08 | 6,70  | 0,02   |
| 134897         | 6,62 | 1,90        | 3,5   | 20,31 | 222,8  | 2,79  | 0,59       | 0,57       | 0,01 | 0,01 | 3,97  | 0,22            | 0,73 | 20,47 | 0,88 | 11,12  | 0,73 | 1,00  | 0,03   |
| 134898         | 6,86 | 2,59        | 11,6  | 3,21  | 151,3  | 15,09 | 6,22       | 0,39       | 0,14 | 0,01 | 21,84 | 0,03            | 0,37 | 24,53 | 2,44 | 30,72  | 0,63 | 1,00  | 0,04   |
| 134899         | 6,42 | 2,56        | 0,8   | 7,48  | 205,8  | 2,49  | 0,76       | 0,53       | 0,00 | 0,02 | 3,80  | 0,42            | 0,30 | 13,54 | 1,28 | 42,28  | 0,69 | 1,00  | 0,02   |
| 134900         | 6,09 | 1,17        | 5,1   | 8,51  | 108,3  | 1,69  | 0,39       | 0,28       | 0,01 | 0,03 | 2,40  | 1,34            | 0,22 | 19,59 | 0,80 | 54,21  | 0,34 | 5,63  | 0,02   |
| 134901         | 6,05 | 2,28        | 1,6   | 8,79  | 223,1  | 4,24  | 2,07       | 0,57       | 0,31 | 0,02 | 7,21  | 0,30            | 0,55 | 50,55 | 1,08 | 133,26 | 2,43 | 11,06 | 0,07   |
| 134902         | 5,84 | 2,26        | 1,7   | 3,36  | 186,8  | 2,22  | 0,71       | 0,48       | 0,01 | 0,05 | 3,47  | 1,46            | 0,44 | 16,16 | 0,84 | 39,00  | 0,26 | 2,26  | 0,03   |
| 134903         | 5,91 | 2,13        | 9,6   | 16,01 | 149,8  | 1,57  | 0,40       | 0,38       | 0,01 | 0,06 | 2,42  | 2,66            | 0,82 | 29,36 | 1,40 | 40,40  | 0,19 | 2,13  | 0,03   |
| 134904         | 4,75 | 1,00        | 37,8  | 13,09 | 318,2  | 0,81  | 0,39       | 0,81       | 0,07 | 0,72 | 2,80  | 25,80           | 0,20 | 23,20 | 1,23 | 22,92  | 0,16 | 40,20 | 0,09   |
| 134905         | 6,76 | 1,91        | 2,0   | 8,16  | 134,6  | 2,76  | 0,51       | 0,34       | 0,01 | 0,02 | 3,66  | 0,59            | 0,50 | 13,38 | 1,83 | 41,58  | 0,27 | 1,00  | 0,02   |
| 136230         | 6,53 | 2,85        | 8,0   | 5,50  | 164,2  | 3,08  | 0,60       | 0,42       | 0,01 | 0,01 | 4,12  | 0,24            | 0,80 | 18,60 | 1,44 | 23,17  | 0,62 | 6,42  | 0,03   |
| 136231         | 6,11 | 3,20        | 2,0   | 12,88 | 78,2   | 0,70  | 0,04       | 0,20       | 0,12 | 0,20 | 1,26  | 15,87           | 0,08 | 7,85  | 0,18 | 0,62   | 0,08 | 9,27  | 0,01   |
| 135301         | 5,64 | 1,69        | 12,9  | 13,86 | 131,3  | 2,76  | 0,76       | 0,34       | 0,03 | 0,07 | 3,95  | 1,66            | 0,10 | 28,05 | 1,43 | 10,37  | 0,13 | 19,31 | 0,05   |
| 135302         | 5,96 | 1,57        | 3,1   | 8,24  | 102,4  | 3,43  | 1,05       | 0,26       | 0,07 | 0,03 | 4,84  | 0,61            | 0,35 | 18,43 | 0,43 | 20,21  | 0,08 | 0,17  | 0,02   |
| 135303         | 6,46 | 3,85        | 4,9   | 12,46 | 431,3  | 5,89  | 2,36       | 1,10       | 0,09 | 0,03 | 9,47  | 0,28            | 1,37 | 41,47 | 1,34 | 32,43  | 0,25 | 1,50  | 0,06   |
| 135304         | 6,22 | 3,63        | 3,6   | 22,69 | 165,7  | 7,19  | 2,27       | 0,42       | 0,04 | 0,04 | 9,95  | 0,36            | 0,82 | 54,70 | 2,40 | 14,40  | 0,13 | 0,76  | 0,03   |
| Promedio       | 6,10 | 2,38        | 6,88  | 10,94 | 177,01 | 3,50  | 1,18       | 0,45       | 0,06 | 0,13 | 5,33  | 5,08            | 0,48 | 25,17 | 1,19 | 31,54  | 0,43 | 6,63  | 0,03   |
| Máximo         | 6,86 | 3,85        | 37,80 | 22,69 | 431,31 | 15,09 | 6,22       | 1,10       | 0,31 | 0,72 | 21,84 | 25,80           | 1,37 | 54,70 | 2,44 | 133,26 | 2,43 | 40,20 | 0,09   |
| Mínimo         | 4,75 | 1,00        | 0,79  | 3,21  | 78,20  | 0,70  | 0,04       | 0,20       | 0,00 | 0,01 | 1,26  | 0,03            | 0,08 | 7,85  | 0,18 | 0,62   | 0,08 | 0,17  | 0,01   |
| Desv. estándar | 0,51 | 0,81        | 8,72  | 5,51  | 87,65  | 3,44  | 1,47       | 0,22       | 0,08 | 0,22 | 4,89  | 8,47            | 0,34 | 12,84 | 0,63 | 30,22  | 0,56 | 9,98  | 0,02   |



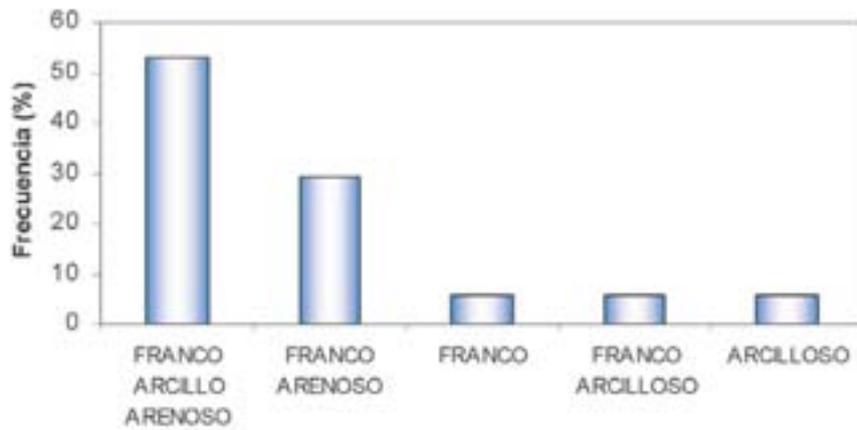
#### 4.4 Análisis Físicos de Suelo

Se realizaron análisis físicos de suelo en el laboratorio de INIA Quilamapu, donde se evaluó: contenido de arena, limo y arcilla, clasificación textural, densidad aparente, porosidad, retención de agua a 1/3 de atmósfera (1/3 ATM) y 15 atmósferas (15 ATM), retención de humedad y densidad real.

En cuanto a las texturas de los suelos, se observó un predominio de la arena (Gráfico 21), siendo los suelos clasificados como franco arcillo arenosos, los que se encontraron con mayor frecuencia (Gráfico 22). Esto concuerda con lo expuesto por Ovalle (1994), quien señala la predominancia de los suelos arcillo arenosos. La porosidad varió desde 30,4 a 57,2, promediando un 38%, con una desviación estándar del 8%. En tanto que la densidad aparente fue bastante similar entre las muestras, promedió 1,5 gr/cc (Gráfico 23) y fue inversamente proporcional con la porosidad de los suelos muestreados.



**GRAFICO 21:** Composición de texturas de los suelos muestreados.



**GRAFICO 22:** Clasificación de textura de los suelos muestreados.



**GRAFICO 23:** Porosidad y densidad aparente en los suelos muestreados.



#### 4.8 Bibliografía

Ciren-Corfo. 1989. Requerimientos de clima y suelo. Frutales de hoja caduca. Centro de Información de Recursos Naturales. Santiago, Chile. p 57.

CONAF, 2009. Plan de Acción Provincial (PAP) Conaf-Cauquenes. Disponible en:[http://gestionterritorial.conaf.cl/shop\\_image//planes\\_provinciales/PAP%20CAUQUENES.pdf](http://gestionterritorial.conaf.cl/shop_image//planes_provinciales/PAP%20CAUQUENES.pdf) Consultado en enero 2011.

Del Pozo A. y Del Canto P. 1999. Áreas agroclimáticas y sistemas productivos en la VII y VIII regiones. Instituto de Investigaciones Agropecuarias CRI Quilamapu. Serie Quilamapu N°113. 115 p.

Ibacache A. 2009. Manejo agronómico e industrial de la producción olivícola. Disponible en:  
<http://www.inia.cl/medios/intihuasi/documentos/seminariolivos09/Fisiologiaadelolivo09.pdf>. Consultado en enero, 2011.

Lavín A. y Sotomayor J. P. 1994. Situación actual y perspectivas de la vitivinicultura y de la fruticultura en el secano interior. En: Ovalle C, y Del Pozo A (Eds.). "La agricultura del secano interior". Instituto de Investigaciones Agropecuarias CRI Quilamapu. Pag.117 – 148.

Lavín A. y Silva R. 2001. Frutales para el secano interior: Comportamiento de Carozos y Pomáceas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias CE Cauquenes. 275 p.

Lavín A. y Matsuya K. 2004. Frutales: especies con potencial en el secano interior. Instituto de Investigaciones Agropecuarias CRI Quilamapu-Raihuen. Boletín INIA N° 120. 149 p.

Lavín A. y Reyes M. 2005. Introducción, Determinación y Comportamiento de frutales, Cauquenes, VII región. Informe Final. Cauquenes (Chile) INIA. Subestación Experimental Cauquenes. (Informe presentado al FNDR, Región del Maule).

Lavín A. y Reyes M. 2010. Clima de Cauquenes es apto para vides de mesa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Revista Tierra Adentro N° 91. Pag 24-28

Novoa R., Villaseca S., Del Canto P., Rouanet J., Sierra C. y Del Pozo A. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 221 p.



Ortega R. 2000. Fertilidad de suelos para una producción sostenible de la región de secano de Chile. En: Pérez (Ed.). "Proposiciones tecnológicas para un desarrollo sustentable del secano". Instituto de Investigaciones Agropecuarias CRI Quilmapu. Pag. 113 – 130.

Ovalle C. 1994. Características ecológicas y la acción del hombre en el secano interior. En: Ovalle C. y Del Pozo A. (Eds). "La agricultura del secano interior". Instituto de Investigaciones Agropecuarias CRI Quilmapu. Pag. 16-56.