



GOBIERNO REGIONAL
XI REGIÓN, AYSÉN



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS - INIA

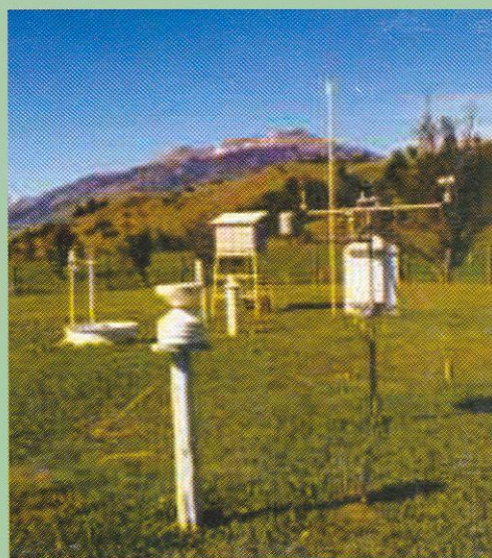
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS
REGIÓN DE AYSÉN

BOLETÍN INIA Nº 81

ISSN 0717-4829

INFORMACIÓN AGROCLIMÁTICA INIA – TAMEL AIKE 1997 – 2002

CARDENIO CONTRERAS M.



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



GOBIERNO REGIONAL
XI REGIÓN, AYSÉN



GOBIERNO DE CHILE

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS - INIA

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS
REGIÓN DE AYSÉN

INFORMACIÓN AGROCLIMÁTICA INIA – TAMEL AIKE 1997 – 2002

CARDENIO CONTRERAS M.
Centro Regional de Investigación Tamel Aike

Coyhaique, Chile, 2002

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN	5
2. ANTECEDENTES	7
3. VARIABLES AGROCLIMÁTICAS ANALIZADAS	9
3.1 T° media anual y mensual	9
3.2 Fecha de la primera y última helada 50% y período libre de heladas	10
3.3 Disponibilidad térmica (días-grados >5 °C y >10 °C)	10
3.4 Horas de frío	11
3.5 Temperatura del suelo a 5 y 10 cm de profundidad	11
3.6 Radiación solar	11
3.7 Humedad relativa	12
3.8 Precipitación	12
3.9 Evaporación de bandeja	12
3.10 Déficit hídrico en temporada agrícola	12
3.11 Velocidad y dirección del viento	13
4. BIBLIOGRAFÍA	19
5. ANEXOS	21

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resumen climatológico de la estación meteorológica de Tamel Aike	14
Cuadro 2. Requerimientos térmicos de los principales cultivos	17

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. T° media mensual	21
Anexo 2. T° mínima media mensual	21
Anexo 3. T° máxima media mensual	22

Anexo 4.	T° mínima absoluta mensual	22
Anexo 5.	T° máxima absoluta mensual	23
Anexo 6.	T° suelo 5 cm, media mensual.....	23
Anexo 7.	T° suelo 10 cm, media mensual	24
Anexo 8.	Suma térmica (grados-día), base 5 °C	24
Anexo 9.	Suma térmica (grados-día), base 10 °C	25
Anexo 10.	Horas frío base 7 °C	25
Anexo 11.	Radiación solar (cal/cm ² /día)	26
Anexo 12.	Precipitación	26
Anexo 13.	Evaporación de bandeja	27
Anexo 14.	Balance hídrico acumulativo por temporada	27
Anexo 15.	Velocidad del viento (km/h)	28
Anexo 16.	Humedad relativa del aire (%)	28
Anexo 17.	Climodiagrama Tamel Aike	29

1. INTRODUCCIÓN

Como es de todos conocido, el clima es uno de los factores determinantes, tanto en los sistemas de producción agrícola, como de sus producciones. Para el caso de Chile, el clima define los sistemas de producción que se encuentran a lo largo y ancho del territorio nacional. Así, desde el paralelo 18 al 32 se encuentra una zona con escasa pluviometría pero con temperaturas favorables que sólo hacen factible una agricultura de riego. Más al Sur, hasta la latitud 39°, las lluvias aumentan suministrando suficiente agua desde mediados de otoño a mediados de primavera. Ello permite producir, sin riego, cultivos de invierno cuyos rendimientos son muy dependientes de las lluvias. También son posibles los cultivos de verano, con riego. Entre el paralelo 39 y 43° de latitud Sur, el régimen hídrico es adecuado como para permitir, sin riego, cultivos de verano y de invierno, pero las bajas temperaturas limitan a muchos de los segundos. Sin embargo, las condiciones para las praderas y bosques son muy favorables. Más al Sur los cultivos son menos factibles debido a las bajas temperaturas, o en algunos sectores de Magallanes, por presentar una menor precipitación.

El estudio climático corresponde a una de las actividades disciplinarias de nivel básico, para todo el trabajo que realiza el INIA en la Región, incluido el proyecto de “Manejos de sistemas de riego y drenaje para la Región de Aysén”.

El trabajo fundamental se ha centrado en la recopilación y elaboración de datos proporcionados por la estación meteorológica existente en el Centro Regional de Investigación del INIA en Valle Simpson, la que cuenta con una estadística de cuatro años y medio.

Debe tenerse presente que, debido a la orografía compleja de la región, los valores presentados en el presente estudio deben ser considerados como referenciales, lo mismo que por la corta vida de esta estación, ubicada en

una zona con fuertes variaciones año a año en algunos parámetros, como precipitación, evaporación y temperaturas.

La presentación del estudio, incluye tablas y gráficos relativa a los principales parámetros climáticos analizados. Además, de un cuadro donde se expresan las necesidades de parámetros climáticos por parte de los cultivos.

2. ANTECEDENTES

Clasificación climática: Los climas chilenos han sido clasificados según los sistemas de Thornthwaite (Gajardo, 1948; Mauro y Vidal, 1970); Koeppen (Fuenzalida, 1965); Papadakis (Papadakis, 1973) y Emberger (Di Castri y Hajek, 1976).

Aplicando la clasificación de Koeppen, la Estación Experimental de Tamel Aike, por su ubicación tendría **clima transandino con degeneración esteparia (ET)**.

En base a los principios de Emberger la Estación Experimental de Tamel Aike, estaría ubicada en la Zona III, de tendencia oceánica, en la región oriental árida, presentando un **clima templado frío**.

Clasificación genética de los climas chilenos. Según Peña y Romero (1977) correspondería a un **clima de influencias ciclónicas**, específicamente, **clima de margen oriental**.

Extrapolando del trabajo presentado por Novoa *et al.* (1989), la Estación Experimental por su ubicación, tendría un clima de transición entre el **clima marino húmedo patagónico** y el **clima polar alpino mediterráneo**, representados por los agroclimas Palena y Balmaceda respectivamente. Esto es utilizando la clasificación de Papadakis.

Principales características del **Agroclima Palena**: Este tipo de clima se encuentra entre los paralelos 42 y 47° de latitud Sur. No existiendo muchos registros de las variables agroclimáticas de esta zona. El período libre de heladas promedio es inferior a 2,5 meses, ocupa una superficie aproximada de 1.863.000 ha, que equivalen al 2,6% del total de la superficie nacional. La aptitud de esta zona es principalmente ganadera y silvícola.

Principales características del **Agroclima Balmaceda**: Su ubicación en la XI Región junto a la frontera con Argentina, entre los paralelos 45 y 46° de latitud Sur, ocupando una superficie de 101.000 ha, correspondiendo al 0,1% de la superficie nacional. Su régimen térmico se caracteriza por una temperatura media anual de 6 °C, con una máxima media del mes más cálido de 18,1 °C y una mínima media del mes más frío de -5,6 °C. La suma anual de temperaturas base 5 °C, llega a 898 grados-días y la base 10 °C a 110 grados-días. Las horas de frío alcanzan a 5.168. Su régimen hídrico es mediterráneo con dos meses secos: enero y febrero. La lluvia anual es de 723 mm. Su aptitud es esencialmente ganadera.

Aplicando la clasificación de Koeppen (Cruces *et al.*, 1999), la estación meteorológica estaría ubicada en la **Ecorregión Boreal Húmeda (Dfk'c)**, la cual abarca una extensión de 1.602.220 ha, ubicándose en la vertiente oriental de la cordillera patagónica a lo largo de toda la región, ampliando su extensión hacia los campos de hielo. Cuenta con un **clima transandino con degeneración estepárica**, de características continentales, con una considerable amplitud térmica (Hepp, 1996). La pluviosidad disminuye rápidamente de occidente a oriente, de 1.000-1.500 mm en los valles intermontanos a 500-700 mm en sectores de transición hacia la Estepa Fría (Hepp, 1996). Se caracteriza por presentar precipitaciones homogéneas repartidas durante todo el año, pero en invierno se produce principalmente como nieve. Este clima se expresa en la presencia exclusiva de especies arbóreas caducifolias, principalmente *Nothofagus pumilio* (lenga) (Cruces *et al.*, 1999).

3. VARIABLES AGROCLIMÁTICAS ANALIZADAS

Las principales variables agroclimáticas analizadas se presentan en el Cuadro 1. Adicionalmente se presentan los requerimientos climáticos de los principales cultivos posibles de realizar en la Región, incluida la Zona de Microclima de la cuenca del Lago General Carrera (Cuadro 2).

A continuación se indica brevemente el significado e interpretación de las variables agroclimáticas analizadas en el presente estudio.

3.1 T° media anual y mensual

Es una de las principales variables desde el punto de vista agrícola, sobre todo en esta Región, pues condiciona la producción al presentarse levemente superior a las necesidades térmicas de la mayoría de los cultivos. En el Cuadro 1 se puede apreciar que la T° media anual es de 7,6 °C, existiendo variaciones de año a año como se puede apreciar en el Anexo 1, aunque este cuadro no es muy concluyente, por los escasos años considerados. En cuanto a la T° media mensual, ésta alcanza su valor máximo en febrero, llegando a 12,8 °C y el valor mínimo en el mes de junio con 2,4 °C (Cuadro 1), existiendo variaciones significativas en las distintas temporadas (Anexo 1).

La amplitud térmica diaria estival supera significativamente a la invernal con magnitudes de 10,0 y 4,9 respectivamente, como se puede apreciar en el Cuadro 1.

Adicionalmente se presentan las temperaturas mínima y máxima media mensual (correspondiente al promedio de todas las mínimas diarias del mes y al promedio de todas las máximas diarias del mes, respectivamente), para

señalar las variaciones que se producen a través del año (Anexos 2 y 3) en las diferentes temporadas.

3.2 Fecha de la primera y última helada 50% y período libre de heladas

La fecha de la primera helada 50% corresponde a aquella a partir de la cual ocurre la mitad de las primeras heladas en los años de observación (24 de marzo). En forma análoga, la fecha de la última helada 50% corresponde a aquella a partir de la cual ocurre la mitad de las últimas heladas (5 de diciembre). Así, tenemos un período libre de heladas con un 50% de seguridad de 108 días. Este período libre de heladas es levemente inferior al señalado para Coyhaique (117 días) y muy superior al señalado para Balmaceda (39 días, es decir, sin período libre de heladas) por IREN-CORFO (1979).

3.3 Disponibilidad térmica (días-grados $>5^{\circ}\text{C}$ y $>10^{\circ}\text{C}$)

Las disponibilidades térmicas para el desarrollo de las plantas se han calculado como la suma de los excesos de temperatura media diario sobre 5°C y 10°C respectivamente, de acuerdo a:

$$\begin{aligned} \text{días-grado} &= \text{Suma } (T_i - T_{\text{lim}}) \quad \text{cuando } T_i > T_{\text{lim}} \\ \text{donde } T_{\text{lim}} &= 5^{\circ}\text{C ó } 10^{\circ}\text{C según corresponda} \\ T_i &= \text{temperatura media diaria} \end{aligned}$$

Los valores acumulados por mes se presentan en el Cuadro 1, llegando a 1.286 días-grado (base 5°C), presentándose el valor máximo en el mes de febrero, siendo significativos entre octubre y marzo; por otro lado, alcanza solamente a 303 días-grado considerando como base 10°C , presentando la mayor acumulación en febrero (100 días-grado) y es prácticamente nula entre los meses de abril a septiembre. Existiendo una variación importante para los distintos meses dentro de cada año (Anexos 8 y 9). Paralelamente en el Cuadro 2 se presentan los requerimientos para algunos cultivos posibles de desarrollar en la Zona. Por ejemplo, el cerezo agrio o guindo se ajustaría (necesita 1.000 días-grado, base 5°C), en cambio el cerezo no se ajustaría (necesita 1.300 días-grado, base 5°C), siendo específico esto último para la ubicación de la estación meteorológica.

3.4 Horas de frío

Se define como horas frío a aquellas horas en que la temperatura del aire permanece por debajo de 7°C , umbral de sensibilidad para especies que presentan un período de dormancia invernal como parte de su ciclo anual, en el Cuadro 2 se presentan los requerimientos de algunos cultivos. Los datos colectados para el caso de Tamel Aike se presentan en el Cuadro 1, en él se puede apreciar que de mayo a septiembre supera las 500 horas cada mes, siendo la suma anual de 4.271 h. Su comportamiento a lo largo del año y su variabilidad para los distintos años se pueden apreciar en el Anexo 10. Se puede observar que en los meses de junio a agosto la acumulación se hace máxima (muy cercano al máximo posible, es decir 744 h para los meses de 31 días), siendo menor durante los meses de diciembre a febrero.

3.5 Temperatura del suelo a 5 y 10 cm de profundidad

Este es un factor importante de mencionar, pues condiciona el desarrollo radical y la germinación de las semillas de los diferentes cultivos (en el Cuadro 2 aparecen los requerimientos de algunos cultivos). Los resultados se presentan en los Anexos 6 y 7 y su comportamiento es similar a lo largo del año y en magnitud.

Por ejemplo, si se considera como mínimo para germinar 1 ó 2°C (trébol blanco o pasto ovinillo respectivamente), este proceso podría comenzar en septiembre, aunque muy lentamente.

3.6 Radiación solar

En el Cuadro 1 se presenta la Radiación solar diaria promedio mensual, en $\text{cal}/\text{cm}^2/\text{día}$, este valor corresponde a la energía que proviene del sol y que tienen disponible las plantas para el proceso de fotosíntesis, proceso mediante el cual las plantas toman dicha energía y la utilizan para crecer. Ésta alcanza su valor máximo en diciembre con $559,4 \text{ cal}/\text{cm}^2/\text{día}$, y su valor mínimo en junio con apenas $84,3 \text{ cal}/\text{cm}^2/\text{día}$, correspondiendo al solsticio de invierno. En el Anexo 11 se muestra la variación que se produce para un mismo mes en distintos años.

3.7 Humedad relativa

En el Cuadro 1 se presenta la humedad relativa media mensual (%), se observa una variación que va desde 67,5% en febrero, a 86,5% en junio, influyendo en esta diferencia la continentalidad de la estación, en el Anexo 16 se puede apreciar su variación para un mismo mes en distintos años.

3.8 Precipitación

La precipitación promedio mensual alcanza su máximo valor en el mes de julio con 132,8 mm y su valor más bajo en noviembre con 44,3 mm, alcanzando un promedio anual de 937,0 mm (Cuadro 1). Sin embargo, existe una gran variación para los distintos meses del año, como se aprecia en el Anexo 12, donde en marzo se estima una variación de 35 mm a 211 mm, por el contrario noviembre presenta una variación muy baja.

3.9 Evaporación de bandeja

Se entiende por evaporación de bandeja a la pérdida de agua por evaporación, desde una superficie libre. Esta variable entrega una idea sobre los aportes a través del riego necesario como complemento a la almacenada por la precipitación. Corresponde al promedio mensual, en mm. Esta variable alcanza su valor máximo en enero con 113,5 mm y su valor mínimo en julio con 9,4 mm (Cuadro 1), donde generalmente el agua de la bandeja se encuentra congelada en los meses de invierno. Es importante mencionar que existe una variación para los distintos meses en los diferentes años (Anexo 13).

3.10 Déficit hídrico en temporada agrícola

Sumatoria de las diferencias positivas entre la evaporación mensual y la precipitación mensual, considerando que la temporada de crecimiento va desde septiembre a abril. Da una idea de los requerimientos máximos de riego. En el Anexo 14 se aprecia que su valor máximo se alcanza en febrero con un monto de 182,8 mm, pues en marzo las precipitaciones comienzan a superar a la evaporación, dando fin al déficit hídrico, pudiendo llegar, en

algunas temporadas, a acumular un déficit mayor a 430 mm (equivalente a 4.300 m³/ha, en caso de reponer la lámina perdida mediante riego), por otro lado existe la probabilidad de un superávit (el cual llegó a 265,3 mm en una de las temporadas).

3.11 Velocidad y dirección del viento

En cuanto a la dirección del viento, se puede decir que es predominantemente Oeste a NO, influenciado por la circulación atmosférica general.

La velocidad del viento alcanza el valor máximo en el mes de diciembre con 20,7 km/h y la velocidad mínima en el mes de junio con 9,4 km/h, siendo la media anual de 15,5 km/h (Cuadro 1), existiendo amplias variaciones para los distintos meses en los diferentes años como se aprecia en el Anexo 15. Es importante señalar que estas velocidades, si bien no son excesivamente altas, sí son lo suficientemente fuertes para afectar el adecuado desarrollo de los cultivos en general (aumento de la evaporación, daño mecánico al estrellar las plantas entre sí, no permite el aumento de la temperatura, etc.), por ende, es importante realizar prácticas culturales tendientes a evitar la erosión y establecer cortinas cortavientos naturales.

14

[illegible]

Continuación Cuadro 1.

Mes	Horas frío		Período libre de heladas			Largo estación de crecimiento*	
	Medidas	Calculadas	Promedio > 0	Aprovech. > 2	Mínimo > 7	T° media > 5	T° media > 10
Enero	67,2	59,0	X	X		X	X
Febrero	66,8	57,0	X	X		X	X
Marzo	210,0	112,0				X	
Abril	304,3	298,0				X	
Mayo	500,8	744,0				X	
Junio	669,7	720,0					
Julio	671,0	744,0					
Agosto	642,8	744,0					
Septiembre	500,5	720,0				X	
Octubre	296,6	744,0				X	
Noviembre	222,4	160,0				X	
Diciembre	119,2	65,0	X			X	X
Suma anual	4.271	5.168	-1,7	7,6	7,5	107,2	25,3
Promedio	355,9	431,0				1.286	303,0
Suma mes			3	2	0	9	3

*Estación de crecimiento representa meses con temperaturas adecuadas y no incluye aspectos hídricos.

X = mes sin helada o con crecimiento, suponiendo agua no limitante.

Continuación Cuadro 1.

Mes	Horas de sol	Radiación solar (cal x cm ⁻² x día ⁻¹)		Precipi- tación mm	Evapo- ración mm	Velocidad del viento km/h	Humedad relativa %
	Teóricas	Sol tabla	Glover				
Enero	15,40	1.025,24	534,2	70,7	113,5	18,9	69,7
Febrero	14,20	878,40	449,6	66,4	105,5	16,8	67,5
Marzo	12,60	670,89	361,8	87,8	84,7	14,0	74,6
Abril	11,00	457,53	225,3	65,8	53,0	13,2	76,8
Mayo	9,50	300,11	108,5	83,7	24,2	11,5	83,1
Junio	8,70	230,14	84,3	107,9	20,1	9,7	86,5
Julio	9,00	256,99	89,0	132,8	9,4	14,4	84,4
Agosto	10,30	377,07	158,3	76,9	21,8	13,9	80,9
Septiembre	11,80	566,78	320,5	54,1	50,1	14,5	72,4
Octubre	13,50	782,95	418,0	71,9	83,8	18,7	71,2
Noviembre	14,90	968,70	507,8	44,3	102,5	19,5	71,0
Diciembre	15,70	1.062,31	559,4	65,0	102,7	20,7	68,7
Código							
Promedio	12,22	631,42	318,0	77,3	64,0	15,5	75,6
Suma anual	146,60	7.577,01	3.817	937,0	768,0		

Cuadro 2. Requerimientos térmicos de los principales cultivos

Especie	Germinación			Floración	Crecimiento			Horas frio	Período libre heladas días	Suma temperatura grados/día		Reque- rimiento horas de luz h	Otros
	T° dañina	T° min.	T° óptima	T° dañina	T° min.	T° óptimo	T° daño helada			Base 5 °C	Base 10 °C		
Acelga			10-30		4	15-18	Tolerante					NR	T° en floración >16 °C T° <10 °C en formación de dientes Alta humedad relativa
Aji			28-29		13	21-25	-1					NR	
Ajo			14-16*		8	15-25	-6	400-700		1500-2300		>14**	
Alcachofa				-2	7	15-18						NR	
Alfalfa		1			9						1500		
Alforfón		11			10								
Almendra					10			200-600	225		1000-1200		
Arándano								700-1200					
Apio		4											
Arveja	-7	1,4		-2	10				70-100				
Avena	-8	2		-2	5				60-100	1700			T° baja induce floración adelantada
Ballica inglesa		8			5								
Ballica italiana					5								
Betarraga			10-30		4	15-18	Tolerante					NR	
Brócoli 1ª fase			27(7-29)		4,5	20-25	-3					NR	
Brócoli 2ª fase						10-18	-3						
Cebada	-7	1		-2	1				60	1100-2500			T° <10 °C para inducción de bulbificación
Cebolla		1	18-24		7	18-25	-6	960-1440	90-160			14**	
Centeno		0			5								
Cerezo agrio				-2	7			600-1200	65-90	1000			
Cerezo dulce				-2	7			800-1200		1300			
Ciruelo japonés					10			500-1000	90-180		1000-1500		T° baja induce floración adelantada
Ciruelo europeo				-2	10			850-1300	90-180				
Coliflor 1ª fase			27(7-29)		4,5	20-25							
Coliflor 2ª fase						10-18	-3					NR	
Damasco				-2	8			350-900	120		700		
Duraznero				-2	10			300-1000	90-180		1000		NR****
Endivia		3											
Espinaca		3	7-24		7	15-18	-6						
Falaris		8											
Frutilla					10				100-150				

Continuación Cuadro 2.

Garbanzo		1			2								
Habas		3			5								
Lechuga		1,4	14-24		6	15-18	Moderado		60-130			NR	T° altas promueven floración (21-27 °C)
Lenteja	-7			-2	2								
Lupino	-4 a -6			-3 a -2									
Maiz	-2	8		-1	12								
Manzano		4		-2	10			800-1500	80-180		900-1500		
Maravilla	-5	8		-2	10				140-160		800-1300		
Melón	-0.5	12							130-145		800-1600		
Membrillo					8			100-400			100-400		
Nectarines				-2	8			500-950	120-180		800-1700		
Nogales					10			500-1000	180-200				
Papas	-2			-2	8				90-180				
Pasto ovinillo		2		-2	5								
Pepino ensalada	-5	16											
Peral		1		-2	8			600-1300	120				
Pera asiática								500-600					
Pimiento			28-29		13	21-25	-1					NR	T° en floración >16 °C
Porotos	-5	11		-2	8				90-150		700-800		
Puerros			18-22		5	18-22	Tolerante					***	
Raps		2,6		-1	4			1000					
Remolacha	-6	5		-2	10					1400			
Repollo 1° fase			27(7-29)		4,5	20-25							
Repollo 2° fase						10-18	-3					NR	T° bajas inducen floración adelantada
Sorgo	-2	10		-1					130-160				
Soya	-3	10		-2	10								
Tomate	0	9	25-33	0	10	20-24	-2		200-300		700-1100	NR	T° en floración >14 °C
Trebol blanco		1			0								
Trebol rosado		5		-1	5								
Trigo invierno	-10	1		-2	0			800		1100-1300			
Trigo primavera	-9	2		-2	2			0		900-1000			
Vicias	-6			-3									
Zanahoria		2	8-20		7	15-21	-2		120-200			NR	
Zapallo			21-35	0	10	18-24	-1		150-200			NR	
Zapallo italiano		13	21-35		10	18-24	-1					NR	

Fuente: Novoa *et al.* (1989) y Velasco *et al.* (2000).

NR = no requiere. *T° de brotación óptima. **horas luz para bulbificar. ***horas luz para crecer. ****T° altas y días largos se promeive floración.

4. BIBLIOGRAFÍA

- CRUCES, P.; AHUMADA, M.; CERDA, J. y SILVA, F. 1999. Guía de condición para los pastizales de la Ecorregión Boreal Húmeda de Aysén. *En*: Levantamiento para el ordenamiento de los ecosistemas de Aysén. Ed: Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables. 122 p.
- DI CASTRI, F. y HAYEK, E. 1976. Bioclimatología de Chile. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 129 p.
- FUENZALIDA, H. 1965. Clima. Geografía Económica de Chile. CORFO. Santiago, Chile. Texto refundido. 855 p.
- GAJARDO, A. 1948. Estudio crítico de la fórmula de C.W. Thornthwaite relacionado con los suelos de Chile. Tesis: Universidad de Chile. Santiago.
- HEPP, C.; THIERMANN, H. y RAMÍREZ, C. 1996. Praderas en la zona austral: XI Región (Aysén). *En* INIA, Praderas para Chile. ed. Ignacio Ruiz, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Santiago, Chile. Cap. 31. p. 561-586.
- IREN-CORFO, 1979. Perspectivas de desarrollo de los recursos de la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Caracterización climática. 94 p.
- MAURO, A. y VIDAL, T. 1970. Clasificación climática de Chile. Memoria de Título. Escuela Técnica Aeronáutica. Santiago.
- NOVOA, R.; VILLASECA, S.; DEL CANTO, P.; ROUANET, J.; SIERRA, C. y DEL POZO, A. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Santiago Chile. 221 p.

PAPADAKIS, J. 1973. Regiones ecológicas de Chile. Informe Técnico 3, AGL: SF/CH 18, FAO. 49 p.

PEÑA, O. y ROMERO, H. 1977. Los principios de clasificación genética de los climas aplicables al caso de Chile. Primer Congreso Internacional de la Conferencia de Geofísicos Latinoamericanistas (2). Paipa, Colombia.

ROMERO, H. 1985. Geografía de Chile: Tomo XI geografía de los climas. Instituto Geográfico Militar. Santiago, Chile. 243 p.

VELASCO, R.; GONZÁLEZ, M.; GONZÁLEZ, J. y TAY, J. 2000. Hortalizas en la VII y VIII regiones; estándares técnicos/resultados económicos. Chillán, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 17, 70 p.

5. ANEXOS

Anexo 1. T° media mensual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
1997							3,4	3,2	5,3	6,6	9,4	11,0	
1998	11,3	15,1	10,5	9,1	7,6	4,2	5,2	4,8	5,4	7,7	9,5	11,3	8,5
1999	12,9	12,1	10,0	7,4	4,8	0,3	1,7	4,2	5,3	8,9	10,3	10,7	7,4
2000	12,1	12,0	9,5	7,3	5,0	ND	ND	ND	ND	8,2	8,1	9,1	8,9
2001	10,5	10,9	8,4	7,3	3,7	2,7	ND	ND	6,4	8,8	7,9	12,3	7,9
2002	12,2	13,7											
Prom.	11,8	12,8	9,6	7,8	5,3	2,4	3,4	4,1	5,6	8,0	9,0	10,9	7,6
DS	0,9	1,6	0,9	0,9	1,7	2,0	1,8	0,8	0,5	0,9	1,0	1,2	0,7
CV (%)	7,8	12,9	9,4	11,4	31,3	82,0	51,0	19,9	9,6	11,7	11,2	10,7	8,9

ND: Indica valor no disponible; DS: Desviación standard; CV: Coeficiente de variación.

Anexo 2. T° mínima media mensual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
1997							1,1	0,2	1,7	2,4	5,0	5,9	
1998	7,5	8,2	5,7	5,7	5,1	2,2	3,3	2,6	0,7	5,0	5,5	7,1	4,9
1999	7,6	7,8	5,5	2,7	2,0	-2,6	-0,8	1,3	1,9	4,4	5,7	6,7	3,5
2000	8,1	7,8	5,9	8,5	2,1	ND	ND	ND	ND	3,9	4,2	5,9	5,8
2001	7,2	7,9	3,9	3,5	1,0	0,2	ND	ND	2,1	4,3	3,9	7,1	4,1
2002	7,7	7,4											
Prom.	7,6	7,8	5,3	5,1	2,6	-0,1	1,2	1,4	1,6	4,0	4,9	6,5	4,0
DS	0,3	0,3	0,9	2,6	1,8	2,4	2,1	1,2	0,6	1,0	0,8	0,6	1,0
CV (%)	4,3	3,7	17,4	50,9	69,5	3,6	16,6	17,0	87,9	38,9	24,4	16,2	24,8

ND: Indica valor no disponible. DS: Desviación standard. CV: Coeficiente de variación.

Anexo 3. T° máxima media mensual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
1997							6,2	7,0	9,5	11,0	13,6	15,8	
1998	15,1	22,1	15,6	13,2	10,5	6,5	7,4	7,5	10,4	11,1	13,6	15,3	12,4
1999	18,1	16,7	15,0	12,7	7,9	3,7	4,8	8,0	9,3	13,8	14,5	14,6	11,6
2000	16,3	16,5	13,6	11,9	8,0	ND	ND	ND	ND	12,5	12,5	12,7	13,0
2001	13,8	14,4	13,3	11,5	6,8	5,4	ND	ND	11,1	13,7	11,8	17,1	11,9
2002	16,9	19,5											
Prom.	16,0	17,8	14,4	12,3	8,3	5,2	6,1	7,5	10,1	12,4	13,2	15,1	11,5
DS	1,7	3,0	1,1	0,8	1,6	1,4	1,3	0,5	0,8	1,4	1,1	1,6	0,6
CV (%)	10,3	16,8	7,7	6,2	18,8	27,1	21,2	6,7	8,3	10,9	8,0	10,8	5,3

ND: Indica valor no disponible; DS: Desviación standard; CV: Coeficiente de variación.

Anexo 4. T° mínima absoluta mensual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
1997							-4,2	-6,6	-3,4	-2,6	0,1	0,6	
1998	1,6	1,1	-2,1	0,5	0,7	-5,3	-2,3	-2,3	-0,4	-0,2	0,6	2,2	-0,5
1999	4,5	4,4	-1,7	-2,8	-3,3	-12,6	-8,1	-4,1	-3,0	-1,3	1,9	-0,1	-2,2
2000	4,5	4,5	2,4	-3,7	-3,3	ND	ND	ND	ND	-2,8	-2,4	2,3	0,2
2001	3,2	5,1	-3,3	-2,7	-3,9	-6,9	ND	ND	-4,2	0,1	-0,1	-0,1	-1,3
2002	2,7	0,2											
Prom.	3,3	3,1	-1,2	-2,2	-2,5	-8,3	-4,9	-4,3	-2,8	-1,4	0,0	1,0	-1,7
DS	1,2	2,2	2,5	1,8	2,1	3,8	3,0	2,2	1,6	1,3	1,6	1,2	1,0
CV (%)	37,5	73,2	210,9	84,6	86,5	46,4	60,8	49,8	59,8	97,9	7805	121,9	61,3

ND: Indica valor no disponible; DS: Desviación standard; CV: Coeficiente de variación.

Anexo 5. T° máxima absoluta mensual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
1997							10,2	12,9	14,1	18,2	23,8	24,8	
1998	21,1	28,8	25,5	22,1	14,8	11,2	11,9	12,3	13,8	14,6	24,3	19,5	18,3
1999	26,9	27,2	21,2	18,7	12,5	8,9	9,1	13,7	16,0	21,0	21,5	20,4	18,1
2000	24,8	27,2	25,3	18,6	12,8	ND	ND	ND	ND	20,1	18,5	19,5	20,9
2001	18,8	19,2	20,4	21,3	11,7	9,1	ND	ND	18,7	21,3	17,6	22,9	18,1
2002	25,6	31,1											
Prom.	23,4	26,7	23,1	20,2	13,0	9,7	10,4	13,0	15,7	19,0	21,1	21,4	18,1
DS	3,4	4,5	2,7	1,8	1,3	1,3	1,4	0,7	2,3	2,8	3,0	2,3	1,3
CV (%)	14,4	16,8	11,6	8,9	10,2	13,1	13,6	5,4	14,4	14,5	14,3	11,0	7,4

ND: Indica valor no disponible; DS: Desviación standard; CV: Coeficiente de variación.

Anexo 6. T° suelo 5 cm, media mensual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
1997							-0,1	-0,2	2,2	4,7	7,3	8,2	
1998	10,7	12,3	9,0	7,0	5,3	2,2	1,4	2,3	2,6	5,1	7,8	9,8	6,3
1999	11,6	10,7	8,8	5,3	2,5	-1,0	-1,6	0,7	2,9	5,7	8,2	9,3	5,3
2000	10,6	10,4	7,8	5,1	2,5	ND	ND	ND	ND	4,9	6,6	7,8	7,0
2001	9,7	9,3	6,6	5,2	1,2	-0,8	ND	ND	2,9	6,4	6,6	10,5	5,8
2002	11,6	12,0											
Prom.	10,8	10,9	8,1	5,7	2,9	0,1	-0,1	0,9	2,7	5,4	7,3	9,1	5,3
DS	0,8	1,2	1,1	0,9	1,7	1,8	1,5	1,3	0,3	0,7	0,7	1,1	0,7
CV (%)	7,3	11,2	13,7	16,0	60,1	1344	1500	135,7	12,5	12,9	9,8	12,2	13,7

ND: Indica valor no disponible; DS: Desviación standard; CV: Coeficiente de variación.

Anexo 7. T° suelo 10 cm, media mensual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
1997							0,1	0,0	2,0	4,6	7,0	7,6	
1998	10,4	11,9	9,1	7,8	5,4	2,5	1,5	2,4	2,5	4,9	7,6	9,5	6,3
1999	11,3	10,6	8,9	5,5	2,8	-0,7	-1,4	0,6	2,8	5,5	7,9	9,2	5,3
2000	10,4	10,3	7,9	5,3	2,8	ND	ND	ND	ND	4,3	6,4	7,6	6,9
2001	9,5	9,1	6,7	5,5	1,6	-0,5	ND	ND	2,6	6,2	6,5	9,9	5,7
2002	11,3	11,7											
Prom.	10,6	10,7	8,2	6,0	3,2	0,4	0,1	1,0	2,5	5,1	7,1	8,8	5,3
DS	0,8	1,1	1,1	1,2	1,6	1,8	1,5	1,2	0,3	0,8	0,7	1,1	0,7
CV (%)	7,1	10,6	13,5	19,7	50,9	413,7	2175	124,9	13,8	14,9	9,3	12,4	13,3

ND: Indica valor no disponible; DS: Desviación standard; CV: Coeficiente de variación.

Anexo 8. Suma térmica (grados-día), base 5 °C

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Prom.	DS	CV (%)
Ene		190	193	278	213	282	231,2	45,4	19,7
Feb		328	231	224	190	280	250,6	53,9	21,5
Mar		173	158	137	111		144,8	26,9	18,6
Abr		110	66	64	68		77,0	22,1	28,7
May		62	22	24	12		30,0	22,0	73,2
Jun		14	0	ND	4		6,0	7,2	120,2
Jul	8	25	1	ND	0		8,5	11,6	136,0
Ago	14	9	17	ND	4		11,0	5,7	52,0
Sep	27	15	27	ND	54		30,8	16,5	53,7
Oct	66	100	143	121	132		112,4	30,4	27,1
Nov	162	165	198	119	108		150,4	36,7	24,4
Dic	238	250	226	165	290		233,8	45,4	19,4
Prom.		120	107	142	99		107,2	18,6	17,4
Suma anual		1.441	1.282	1.132	1.186		1.286	135,5	10,5
Suma sep-feb		1.048	1.018	907	987		1.009	60,7	6,0
Suma sep-mar		1.221	1.176	1.044	1.098		1.154	79,0	6,8

ND: Indica valor no disponible; DS: Desviación standard; CV: Coeficiente de variación.

Anexo 9. Suma térmica (grados-día), base 10 °C

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Prom.	DS	CV (%)
Ene		51	83	93	45	98	74,0	24,4	33,0
Feb		167	76	74	49	134	100,0	48,7	48,7
Mar		44	27	28	9		27,0	14,4	53,0
Abr		12	2	3	5		5,5	4,5	82,0
May		2	0	0	0		0,5	1,0	200,0
Jun		0	0	0	0		0,0	0,0	
Jul	0	0	0	0	0		0,0	0,0	
Ago	0	0	0	0	0		0,0	0,0	
Sep	0	0	1	0	1		0,4	0,5	137,0
Oct	2	4	22	13	16		11,4	8,4	73,3
Nov	29	30	42	11	6		23,6	14,8	62,7
Dic	66	58	47	32	101		60,8	25,8	42,5
Prom.		31	25	21	19		25,3	5,0	19,8
Suma anual		368	300	254	232		303,0	60,1	19,8
Suma sep-feb		310	271	223	218		270,0	43,5	16,1
Suma sep-mar		354	298	251	227		297,0	56,1	18,9

ND: Indica valor no disponible; DS: Desviación standard; CV: Coeficiente de variación.

Anexo 10. Horas frío base 7 °C

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Prom.	DS	CV (%)
Ene		60	51	40	118	67	67,2	30,1	44,9
Feb		42	49	85	78	80	66,8	19,8	29,6
Mar		164	176	235	265		210,0	48,0	22,9
Abr		161	352	346	358		304,3	95,6	31,4
May		337	547	510	609		500,8	116,6	23,3
Jun		622	710	ND	677		669,7	44,5	6,6
Jul	668	543	729	ND	744		671,0	91,4	13,6
Ago	614	660	580	ND	717		642,8	59,4	9,2
Sep	493	578	513	ND	418		500,5	65,9	13,2
Oct	416	288	251	265	263		296,6	68,1	23,0
Nov	215	181	139	296	281		222,4	66,3	29,8
Dic	148	68	88	228	64		119,2	69,5	58,3
Prom.		309	349	251	383		355,9	56,8	15,9
Suma anual		3.704	4.185	2.005	4.592		4.271	1137,1	26,6
Suma sep-feb		1.217	1.091	914	1.222		1.273	144,6	11,4
Suma sep-mar		1.381	1.267	1.149	1.487		1.483	145,7	9,8

ND: Indica valor no disponible; DS: Desviación standard; CV: Coeficiente de variación

Anexo 11. Radiación solar (cal/cm²/día)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Prom.	DS	CV (%)
Ene		610	607	544	428	482	534,2	79,3	14,8
Feb		546	460	425	382	435	449,6	60,8	13,5
Mar		353	352	434	308		361,8	52,5	14,5
Abr		191	254	227	229		225,3	25,9	11,5
May		94	122	112	106		108,5	11,7	10,8
Jun		77	93	ND	83		84,3	8,1	9,6
Jul	92	77	102	ND	85		89,0	10,6	11,9
Ago	173	147	168	ND	145		158,3	14,3	9,0
Sep	299	404	289	ND	290		320,5	55,8	17,4
Oct	391	427	412	379	481		418,0	39,8	9,5
Nov	492	511	562	484	490		507,8	31,9	6,3
Dic	624	562	578	461	572		559,4	59,9	10,7
Prom.		333	333	383	300		318,0	34,4	10,8
Suma anual		3.999	3.999	3.066	3.599		3.817	442,1	11,6

ND: Indica valor no disponible; DS: Desviación standard; CV: Coeficiente de variación.

Anexo 12. Precipitación

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Prom.	DS	CV (%)
Ene		106,2	13,4	19,4	152,5	61,8	70,7	59,0	83,6
Feb		5,3	82,9	66,0	108,0	69,6	66,4	37,9	57,1
Mar		35,0	35,0	70,0	211,0		87,8	83,8	95,5
Abr		29,8	84,2	125,0	24,0		65,8	47,9	72,9
May		130,5	26,4	28,0	150,0		83,7	65,8	78,5
Jun		45,7	178,0	66,0	141,8		107,9	62,4	57,9
Jul		135,7	160,4	82,0	153,0		132,8	35,4	26,7
Ago		79,0	105,8	26,8	96,0		76,9	35,2	45,8
Sep	36,0	21,6	87,0	85,0	41,0		54,1	30,0	55,4
Oct	109,6	70,0	70,1	92,0	18,0		71,9	34,4	47,8
Nov	53,0	45,5	39,8	34,0	49,0		44,3	7,5	17,0
Dic	22,2	48,3	39,3	167,8	47,2		65,0	58,4	89,9
Prom.		63,0	77,0	72,0	99,0		77,3	15,6	20,1
Suma anual		753,0	922,0	862,0	1.192		927,0	186,7	20,1

ND: Indica valor no disponible; DS: Desviación standard; CV: Coeficiente de variación.

Anexo 13. Evaporación de bandeja

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Prom.	DS	CV (%)
Ene		63,3	114,3	147,4	129,5	113,0	113,5	31,3	27,6
Feb		91,3	98,4	130,0	89,0	104,0	102,5	16,5	16,0
Mar		72,5	69,2	132,0	65,2		84,7	31,7	37,4
Abr		54,8	47,3	55,0	55,0		53,0	3,8	7,2
May		47,2	24,0	9,0	16,5		24,2	16,5	68,4
Jun		27,1	ND	ND	13,0		20,1	10,0	49,7
Jul		9,4	ND	ND	ND		9,4	ND	ND
Ago		21,8	ND	ND	ND		21,8	ND	ND
Sep	75,2	35,3	47,0	39,0	54,0		50,1	15,8	31,5
Oct	76,3	58,0	119,6	90,0	75,0		83,8	23,0	27,5
Nov	100,4	85,5	139,7	86,5	100,5		102,5	22,0	21,5
Dic	93,1	99,3	112,3	85,8	123,0		102,7	14,9	14,6
Prom.		55,0	86,0	86,0	72,0		64,0	14,5	22,6
Suma anual		666,0	772,0	775,0	721,0		768,0	51,5	6,7

ND: Indica valor no disponible; DS: Desviación standard; CV: Coeficiente de variación.

Anexo 14. Balance hídrico acumulativo por temporada

	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
97-98	-39,2	-5,9	-53,3	-124,2	-81,3	-167,3	-204,8	-229,8
98-99	-13,7	-1,7	-41,7	-92,7	-193,6	-209,1	-243,3	-206,4
99-00	40,0	-9,5	-109,4	-182,4	-310,4	-374,4	-436,4	-366,4
00-01	46,0	48,0	-4,5	77,5	100,5	119,5	265,3	234,3
01-02	-13,0	-70,0	-121,5	-197,3	-248,5	-282,9		
Promedio	4,0	-7,8	-66,1	-103,8	-146,7	-182,8	-179,8	-167,1
DS	37,2	41,9	48,7	109,9	161,8	186,4	297,8	260,6
CV (%)	924,8	535,9	73,7	105,9	110,3	102,0	165,6	156,0

ND: Indica valor no disponible; DS: Desviación standard; CV: Coeficiente de variación.

Anexo 15. Velocidad del viento (km/h)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1997							12,6	13,0	15,1	15,5	17,3	17,3	
1998	16,9	10,4	11,9	9,4	9,7	10,1	18,7	17,3	14,0	25,2	19,8	20,5	15,3
1999	17,6	18,7	12,2	13,0	15,8	6,8	11,9	11,5	15,1	16,2	18,0	22,7	15,0
2000	22,3	18,0	16,9	13,7	9,7	ND	ND	ND	ND	20,2	20,2	24,1	18,1
2001	19,4	20,2	15,1	16,9	10,8	12,2	ND	ND	13,7	16,6	22,3	19,1	16,6
2002	18,4	16,6											
Prom.	18,9	16,8	14,0	13,2	11,5	9,7	14,4	13,9	14,5	18,7	19,5	20,7	15,5
DS	2,1	3,8	2,4	3,1	2,9	2,7	3,8	3,0	0,7	4,0	2,0	2,7	1,4
CV (%)	11,1	22,5	17,1	23,4	25,4	28,0	26,1	21,5	5,1	21,6	10,1	13,2	9,3

ND: Indica valor no disponible; DS: Desviación standard; CV: Coeficiente de variación.

Anexo 16. Humedad relativa del aire (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1997							88,0	80,0	75,0	75,0	72,0	65,0	
1998	72,0	60,0	74,0	79,0	86,0	87,0	82,0	83,0	64,0	72,0	71,0	70,0	75,0
1999	67,0	68,0	74,0	74,0	79,0	88,0	84,0	80,0	77,0	68,0	70,0	69,0	75,0
2000	67,0	70,0	75,0	77,0	85,0	ND	ND	ND	ND	71,0	71,0	74,0	74,0
2001	73,0	75,0	75,0	77,0	84,0	84,0	ND	ND	74,0	70,0	71,0	66,0	75,0
2002	69,0	64,0											
Prom.	69,7	67,5	74,6	76,8	83,1	86,5	84,4	80,9	72,4	71,2	71,0	68,7	75,6
DS	2,7	5,7	0,6	2,0	3,2	2,2	3,0	1,5	5,9	2,6	0,5	3,4	0,6
CV (%)	3,9	8,4	0,8	2,6	3,8	2,5	3,6	1,8	8,1	3,6	0,7	5,0	0,9

ND: Indica valor no disponible; DS: Desviación standard; CV: Coeficiente de variación.

Anexo 17. Climodiagrama.

